

บทนำ

หลักการและเหตุผล

ปัญหาผลผลิตข้าวไร่ต่ำในพื้นที่แปลงเกษตรกร ในเขตพื้นที่ป่าละอู ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่ ลำต้นหักล้มเมื่อฝนตกหนัก การแตกกอต่ำ และบางกอไม่สร้างรวง มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบและเป็นโรคสูง และพบลักษณะการมีหางของเมล็ด ซึ่งส่วนใหญ่เมล็ดที่มีหางจะร่วงง่ายทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวได้มีรายงานของการเป็นลักษณะป่า ด้วยเหตุนี้ความหลากหลายของลักษณะที่เกิดขึ้นอาจเนื่องจากการผสมข้ามระหว่างข้าวไร่ที่เกษตรกรปลูกกับข้าวป่า

จากปรากฏการณ์ข้างต้น การเข้าไปคัดเลือกพันธุ์จึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นแต่จากลักษณะที่ปรากฏของพันธุ์มีหลายลักษณะ วิธีการเข้าไปคัดเลือกอาจต้องพิจารณาหลายประเด็น ได้แก่ เกษตรกรต้องการสายพันธุ์บริสุทธิ์ที่มีพันธุ์กรรมใดพันธุ์กรรมหนึ่งหรือต้องการหลาย ๆ พันธุ์กรรมที่ตีรวมอยู่ในประชากรเดียวกัน ซึ่งจากรูปแบบการปลูก และการดูแลจัดการที่ค่อนข้างน้อย ยกเว้น การเข้าไปกำจัดวัชพืชซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการปลูกข้าวไร่ ดังนั้นการใช้ประชากรที่มีพันธุ์กรรมหลากหลายน่าจะมีความจำเป็น เพราะการมีหลายพันธุ์กรรมสมมุติฐานคือการทำให้ประชากรสามารถทนต่อโรคได้หลากหลายคือการต้านทานแบบกว้าง ด้วยเหตุนี้การคัดเลือกแบบหมู่ (mass selection) น่าจะเหมาะสมสำหรับการคัดพันธุ์ของเกษตรกร

ในการคัดพันธุ์หมูน้นต้องมีการกำจัดลักษณะที่ไม่ต้องการทิ้งไป จากลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเป็นพันธุ์ปามีหลายชนิดดังที่กล่าวไปแล้ว แต่อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่ผ่านมาพันธุ์กรรมของข้าววัชพืชซึ่งเป็นพันธุ์กรรมลูกผสมระหว่างข้าวปลูกและข้าวปามีความทนทานและการแข่งขันในสภาพแวดล้อมได้ค่อนข้างสูง เหตุเพราะได้รับพันธุ์กรรมบางประการจากพันธุ์ปานั้นเอง ด้วยเหตุนี้การคัดเลือกหากสามารถทราบข้อได้เปรียบของบางลักษณะซึ่งสำคัญต่อการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันหรือทนทานต่อสภาพแวดล้อมในการปลูกข้าวไร่ได้ น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรได้เช่นกัน และถือเป็นการปรับปรุงพันธุ์กรรมของข้าวไร่ได้ในขณะเดียวกันด้วย

ด้วยเหตุนี้การคัดเลือกพันธุ์จึงควรมีการศึกษาลักษณะต่าง ๆ ที่พบในประชากรที่มีความแปรปรวน ประเมินความได้เปรียบหรือข้อด้อยก่อนการส่งเสริมให้เกษตรกร เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในเรื่องพันธุ์กรรมของข้าวไร่ให้แก่เกษตรกรเพื่อการพัฒนาหรือรักษาพันธุ์ได้อย่างเหมาะสมโดยเกษตรกรต่อไป

องค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้าวไร่กับพันธุ์ข้าวไร่

ข้าวไร่ (upland rice) ถูกแบ่งออกเป็นข้าวไร่สำหรับพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 700 เมตร เช่น พันธุ์เจ้าฮ่อ เกาเกา เบลี่ไซ และข้าวไร่สำหรับพื้นที่ปลูกที่มีระดับความสูงน้อยกว่า 700 เมตร เช่น พันธุ์ชีวแม่จัน ดอกพะยอม กุ้เมืองหลวง เป็นต้น (กรมการข้าว, 2550) พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นเขตอาศัยน้ำฝน (rainfed area) พบทั้งทางภาคเหนือ อีสาน และตะวันตก ของประเทศไทยที่มีพื้นที่สูง รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัยของชาวเขาเผ่าต่าง ๆ (วีรพันธ์, 2556)

พันธุ์ที่ได้รับการแนะนำให้ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกหรือปรับปรุงพันธุ์โดยหน่วยงานราชการ แต่สำหรับเกษตรกรนั้นพบว่าการนำสายพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงต่างประเทศ เช่น พม่า มาปลูกในพื้นที่ เช่น กัน สำหรับสายพันธุ์ข้าวไร่ที่ชาวเขาปลูกพบว่าอาจมีสูงถึง 200 พันธุ์ ที่มีการสืบทอดและแลกเปลี่ยนกันมาอย่างยาวนาน (จิรัฐติ และพรพนา, 2539)

ความหลากหลายทางพันธุกรรม

แม้ว่าข้าวไร่จะเป็นพืชผสมตัวเองที่มีโครงสร้างดอกปิดทำให้ส่งเสริมการผสมตัวเอง เป็นผลให้พันธุกรรมเปลี่ยนแปลงได้น้อย แต่พบว่าแม้จะทำการปลูกข้าวไร่พันธุ์เดิมเป็นระยะเวลายาวนานก็อาจพบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเช่นเดียวกัน เช่น ผลผลิตลดลง การเจริญเติบโตไม่ดี ความต้านทานต่อโรคและแมลงลดลง อันเป็นผลมาจากความถดถอยทางพันธุกรรม (Allard, 1960; วีรพันธ์, 2556) ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่พืชผสมตัวเองรวมทั้งข้าวสามารถผสมข้าม (outcrossing) ได้ซึ่งแตกต่างไปในแต่ละสภาพแวดล้อม ตามทฤษฎีสายพันธุ์บริสุทธิ์ (Pure-line Theory) ทำให้ระดับของการเป็นพันธุ์แท้เพิ่มขึ้น (พรณธิภา, 2556 ก) เช่นเดียวกันกับพันธุ์ท้องถิ่น (land variety) ที่พบว่าเป็นแหล่งหนึ่งของความหลากหลายทางพันธุกรรม เนื่องจากอาจเกิดจากพันธุ์ปน การผสมข้าม และอื่น ๆ (พรณธิภา, 2556 ก)

ดังนั้นการแก้ไขที่ผ่านมาของเกษตรกรกรณีผลผลิตของพันธุ์เดิมที่เคยใช้ประโยชน์ลดลง คือการแลกเปลี่ยนพันธุ์ระหว่างกลุ่มหรือระหว่างผู้ปลูกด้วยกันเอง มีการนำพันธุ์ใหม่มาปลูกทดแทนพันธุ์เดิม ตลอดจนการคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่ดีเก็บไว้เองบ้าง เป็นต้น (กรมการข้าว, 2550; ฉวีวรรณ, 2543; จิรัฐติ และพรพนา, 2539) อย่างไรก็ตามพฤติกรรมปลูกข้าวของเกษตรกรที่มีการใช้หลายพันธุ์ปลูก หรือปลูกครั้งละหลายพันธุ์เพื่อต้องการนำมาใช้ประโยชน์ที่แตกต่าง เช่น เพื่อการทำพิธีกรรม และเพื่อบริโภค ล้วนมีส่วนหนึ่งที่ทำให้พบความหลากหลายทางพันธุกรรม (จันทบุรณ์, 2533)

ภาวะคุกคามเนื่องจากข้าววัชพืชและลักษณะของข้าววัชพืช

ข้าววัชพืชหรือข้าวที่มีพันธุกรรมผสมระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกจะทำให้เกษตรกรสูญเสียผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพเพราะทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ลดลง (Federici et al., 2001) ซึ่งข้าวในเขตร้อนขึ้นรวมทั้งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะได้รับผลกระทบอย่างมาก (Oka, 1988) การพบข้าววัชพืชจะพบทั้งข้าวกลุ่ม japonica และ indica (Federici et al., 2001) โดยเฉพาะข้าวพวก indica นั้นเป็นชนิดที่เป็นข้าวปลูกในประเทศไทย

การที่พบว่าข้าวมีหางนั้นมีการร่วงของเมล็ดง่ายนั้น อธิบายได้จากลักษณะที่ใช้บังคับในข้าววัชพืช เช่น การมีความยืดหยุ่นในการแสดงออกทางฟีโนไทป์ การมีเมล็ดที่ร่วงได้ง่าย การพักตัวของเมล็ด (Federici et al., 2001) และการที่ลักษณะการมีหางเป็นลักษณะที่สามารถสังเกตได้ง่ายนี้ จึงมีการแนะนำให้กำจัดข้าววัชพืชโดยการกำจัดข้าวที่มีเปลือกสีดำและเมล็ดที่มีหางออกไป นับเป็นวิธีการต้น ๆ ที่แนะนำนอกเหนือจากวิธีการอื่น ๆ (Federici et al., 2001)

ลักษณะที่แตกต่างหรือเหมือนระหว่างข้าววัชพืชและข้าวปลูก ดังนี้ การพักตัวและการคงอยู่ของเมล็ดพันธุ์ (dormancy and seed longevity) พบว่าการพักตัวของเมล็ดข้าววัชพืชยาวนานกว่าข้าวพันธุ์ปลูกแต่ระดับการพักตัวขึ้นกับ ชนิด สายพันธุ์ (biotype) และสภาวะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (Delatorre, 1999; Leopold et

al., 1988) นอกจากนี้ยังพบเมล็ดข้าววัชพืชมีการตกค้างในดินค่อนข้างสูงโดยพบกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และภายหลัง 7 ปี พบเมล็ดกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ (Gross and Brown, 1939) ยังคงมีความสามารถในการงอก แต่ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดดิน การเตรียมดิน การให้น้ำ เป็นต้น (Ferrero and Finassi, 1995; Gealy et al., 2000)

การออกดอกนั้น ทั้งข้าววัชพืชและข้าวปลูกมีการออกดอกจากส่วนปลายช่อลงมายังดอกด้านล่างเหมือนกัน (Roy, 1921) แต่การเปิดของดอกข้าววัชพืชจะเร็วกว่าข้าวปลูก (Ferrero, 2013) ด้วยเหตุนี้แม้ข้าวจะเป็นพืชผสมตัวเอง แต่การผสมข้ามยังคงเกิดและพบสูงในข้าววัชพืชที่มีมากกว่าข้าวปลูก (Ferrero, 2013) ซึ่งขึ้นกับระยะเวลาการเปิดของดอกย่อย ลูกผสมหรือข้าวลูกผสมระหว่างข้าววัชพืชและข้าวปลูกเหล่านี้จึงมีความสูงและแข็งแรง รวมทั้งออกดอกช้ากว่าข้าววัชพืชพ่อแม่ประมาณ 20-30 วัน (Ferrero, 2013) สำหรับการกระจายของเมล็ด (shattering) เป็นลักษณะที่กล่าวว่าเป็นลักษณะประจำสำหรับข้าววัชพืช (Ferrero, 2013) ซึ่งถูกควบคุมโดยยีน Sh (Sastry and Seetharaman, 1973) โดยการร่วงของเมล็ดเกิดจากการการแก่งของเนื้อเยื่อจากเซลล์ที่มีสามชั้นระหว่างดอกย่อยและฐานรวง (pedicel) (Nagao and Takahashi, 1963) ซึ่งเซลล์เหล่านี้ไม่พบว่าการพัฒนาเต็มที่ในข้าวพันธุ์ปลูก และพบการมีลิกนินที่เนื้อเยื่อนี้ทำให้ดอกย่อยสามารถจับกับฐานรวงได้ดี (Ferrero, 2013) โดยพบการร่วงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ดอกย่อยประมาณวันที่ 9 ไปจนถึง 30 วันเมื่อรวงพัฒนาเต็มที่ (Ferrero and Vidotto, 1998) นั่นคือมีการร่วงของเมล็ดประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดทั้งหมดและไม่พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (N) ที่ระดับต่างกันจะส่งผลต่อการร่วงของเมล็ดให้ต่างไปจากนี้ (Ferrero and Vidotto, 1998)

สำหรับความสามารถในการแข่งขัน (competitive ability) พบว่าข้าววัชพืชเป็นสาเหตุที่ทำให้ข้าวปลูกสูญเสียผลผลิต แต่ทั้งนี้ขึ้นกับจำนวนข้าววัชพืชที่แข่งขัน ชนิดของข้าววัชพืช และพันธุ์ของข้าวปลูก (Diarra et al., 1985a; Fisher and Ramirez, 1993; Eleftherohorinos et al., 2002) โดยข้าวพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีความอ่อนแอต่อการแข่งขันของข้าววัชพืชน้อยกว่าพันธุ์ต้นสูง (Kwon et al., 1991) โดยข้าววัชพืชจะมีความสามารถในการแข่งขันสูง (Pantone and Baker, 1991a; Pantone and Baker, 1991b)

จากปัจจัยทั้งสิ่งแวดล้อมและชีววิทยาทำให้เกิดความเสี่ยงเนื่องจากการย้ายยีนจากข้าวหนึ่งไปยังข้าวอีกพันธุ์กรรมหนึ่งได้ ทำให้มีโอกาสที่ข้าวพันธุ์ที่มีการใช้ประโยชน์ของเกษตรกรมีพันธุ์กรรมเปลี่ยนแปลงและยากแก่การควบคุม (Langevin et al., 1990; Oard et al., 2000) ด้วยเหตุนี้แม้ตอนแรกจะมีการแนะนำการแก้ปัญหาข้าววัชพืชโดยใช้ข้าวที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืชเพื่อใช้สารกำจัดนั้นทำลายข้าววัชพืชในแปลงปลูกแต่อย่างไรก็ตาม การผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกและข้าววัชพืชก็อาจเป็นการย้ายยีนด้านทานจากข้าวปลูกนั้นไปยังข้าววัชพืชได้เช่นเดียวกัน (Langevin et al., 1990)

การคัดเลือกข้าว

วิธีการที่มีการแนะนำสำหรับการคัดเลือกพันธุ์เดิมที่มีอยู่ซึ่งอาจเป็นพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ดั้งเดิม หรือพันธุ์ที่มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่มาเป็นเวลานานซึ่งอาจเป็นพันธุ์ที่มีการปนกัน ได้แก่ การคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line selection) ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้เป็นการเข้าไปคัดเลือกพันธุ์จากความแปรปรวนพันธุ์กรรมที่มีอยู่เดิม โดยอาศัยการคัดเลือกและทำการปลูกจากข้าวหนึ่งไปยังอีกข้าวหนึ่งเพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่ท้ายที่สุดจะมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาเหมือนกันแต่อาจมีคุณค่าทางการเกษตรที่แตกต่างกันออกไป และหากทำการคัด

ต่อเนื่อง แต่ละต้นที่ผ่านการคัดเลือกคาดว่าจะพันธุ์แท้ สามารถเริ่มต้นเป็นพ่อแม่ในการปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไปได้ (Briggs and Knowles, 1967; Sleper and Poehlman, 2006)

อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวแม้จะทำการคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ได้ ก็อาจเกิดการปนพันธุ์กรรมได้อีก เมื่อเกิดการผสมข้ามธรรมชาติกับสายพันธุ์อื่นหรือการผ่าเหล่า ทั้งนี้ข้าวไร่มีโอกาสเกิดการผสมข้ามได้ทั้งกับข้าวป่าที่ให้ลูกเรียกว่าข้าววัชพืชและผสมข้ามกับข้าวปลูกหรือข้าวพื้นเมืองอื่น ๆ (Lu and Snow, 2005; Noldin et al., 2002; Shivrain et al., 2009) เนื่องจากพบว่าแม้ข้าวจัดอยู่ในกลุ่มพืชผสมตัวเอง (Stewart et al., 1997) แต่มีเปอร์เซ็นต์การผสมข้ามเช่นกันและพบรายงานการผสมข้ามตั้งแต่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ (Chen et al., 2004; Shivrain et al., 2006) ไปจนถึงกว่า 52 เปอร์เซ็นต์ (Langevin et al., 1990) ทำให้ต้องมีการกำจัดต้นทิ้งตลอดเวลาเพื่อคงพันธุ์บริสุทธิ์ไว้ นอกจากนี้สายพันธุ์ที่ได้อาจมีฐานพันธุ์กรรมแคบลงซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความอ่อนแอและพันธุ์กรรมอาจถูกทำลายเมื่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เลวร้าย ทั้งนี้เพราะพันธุ์กรรมของทุกต้นภายในแต่ละสายพันธุ์บริสุทธิ์เหมือนกันจึงเกิดความอ่อนแอ เป็นที่มาของการพังทลายทางพันธุ์กรรมเพราะจะมีการคัดเลือกเฉพาะบางสายพันธุ์บริสุทธิ์เท่านั้นที่จะถูกเก็บไว้ (พรณธิภา, 2556ข)

วิธีการที่มีการเพิ่มจำนวนต้นในการถูกคัดเลือกให้มากขึ้นกว่าการคัดสายพันธุ์บริสุทธิ์ เรียกว่า การคัดเลือกหมู่ (mass selection) แต่ท้ายที่สุดจะมีจำนวนจีโนไทป์หรือความแปรปรวนของพันธุ์ที่พัฒนามาจากการคัดเลือกหมู่เท่าใดนั้นขึ้นกับความแปรปรวนของประชากรพ่อแม่ดั้งเดิม (original population) รูปแบบและความเข้มข้นของการคัดเลือก โดยวิธีการนี้จะมีประโยชน์มากในประเทศกำลังพัฒนาหรือมีการใช้ประโยชน์จากพันธุ์พื้นเมือง (land varieties) เป็นวิธีการในการกำจัดพืชที่ไม่ต้องการ เช่น ลักษณะที่มูลค่าทางการเกษตรต่ำโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายอื่น โดยอาจทำการคัดรวมกับการคัดเลือกรายต้น วิธีการนี้สามารถนำมาใช้คัดเลือกได้ทั้งพืชผสมตัวเองหรือพืชผสมข้าม โดยต้องทำหลาย ๆ รอบการคัดเลือกเมื่อลักษณะมีความแปรปรวนสูง ซึ่งการคัดเลือกหมู่ที่มีการทำแบบวงจร (ปลูกและคัดเลือก) เป็นวิธีการประยุกต์วิธีการคัดเลือกซ้ำ (recurrent selection) เข้ากับการคัดเลือกหมู่ จึงเรียกว่า recurrent mass selection เพื่อปรับปรุงค่าเฉลี่ยของประชากรในลักษณะที่สนใจให้เพิ่มขึ้น (พรณธิภา, 2556ข; Hayes et al., 1955; Briggs and Knowles, 1967; Sleper and Poehlman, 2006; Pires et al., 2014)

การคงพันธุ์กรรมที่หลากหลายในการคัดเลือกแบบหมู่สามารถใช้ต้านทานโรคแบบกว้าง คือ อาจต้านทานได้ทุกโรคแต่ในสัดส่วนที่ไม่สูงนัก ซึ่งอาจมีความเหมาะสมต่อรูปแบบการใช้พันธุ์ของเกษตรกรที่ไม่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดโรคศัตรูพืช (Poehlman, 1959; Briggs and Knowles, 1967)

ด้วยเหตุที่วิธีคัดเลือกแบบหมู่จะเป็นการคัดเลือกจากลักษณะที่เกษตรกรสนใจหรือเป็นลักษณะที่ต้องการ ดังนั้นการพิจารณาลักษณะคัดเลือกผลดีหรือเสียในขณะที่กำลังพบการกระจายพันธุ์กรรมจึงมีความสำคัญและเป็นที่มาของงานวิจัยนี้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ให้ความรู้เรื่องการกลายพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุ์กรรม และการคัดเลือกข้าวไร่แก่เกษตรกร
2. เปรียบเทียบข้อมูลลักษณะทางการเกษตรที่ได้มาจากการปลูกเมล็ดที่คัดเลือกแยกระหว่างเมล็ดมีหางและไม่มีหาง เพื่อประเมินผลของการคัดเลือกสำหรับประชากรที่กำลังมีการกระจายพันธุ์กรรมของลักษณะการมีหางในข้าวไร่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกษตรกรทราบที่มาของการกระจายบางลักษณะที่เกิดกับข้าวไร่ในแปลงปลูก ที่อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวไร่
2. เกษตรกรสามารถประเมินผลจากการคัดลักษณะการมีหางของข้าวไร่ได้ภายหลังการศึกษา

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ให้ความรู้เรื่องการกลายพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม และการคัดเลือกข้าวไร่โดยเกษตรกร
2. ประเมินผลของการคัดเลือกข้าวไร่ในแปลงปลูกของเกษตรกรโดยอาศัยลักษณะการมี/ไม่มีหาง

คำสำคัญ

ภาษาไทย : ข้าวไร่ การเรียนรู้ของชุมชน การคัดเลือกข้าว การกระจายทางพันธุกรรม ข้าวมีหาง

ภาษาอังกฤษ : Upland rice; Community learning; Rice selection; Genetic segregation;
Awned seed

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์

ข้าวไร่พันธุ์แพทอโกปี (*Oryza sativa* L.) (cv. Pae Taw Gaw Bi) ที่พบการกระจายลักษณะมีหาง

การดำเนินการ

สำหรับโครงการดังกล่าว แยกเป็น 2 เรื่อง คือ

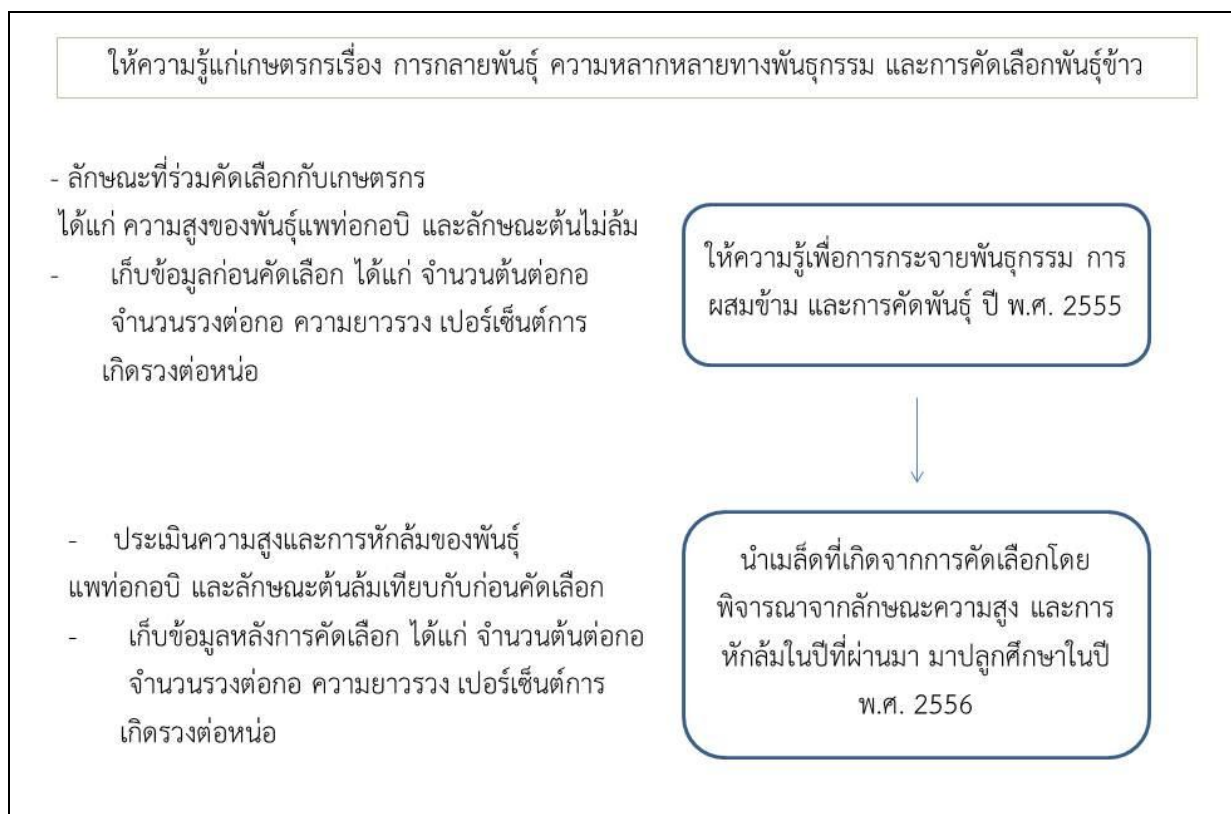
1. ให้ความรู้เรื่องการกลายพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม และการคัดเลือกข้าวไร่โดยเกษตรกร

2. ประเมินผลของการคัดเลือกข้าวไร่ในแปลงปลูกของเกษตรกรโดยอาศัยลักษณะการมี/ไม่มีหางร่วมกับลักษณะอื่น ๆ ในแปลงเกษตรกร

จะขอแสดงวิธีการในแต่ละเรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 ให้ความรู้เรื่องการกลายพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม และการคัดเลือกข้าวไร่แก่เกษตรกร

ระยะเวลาดำเนินการ ปี พ.ศ. 2555 - 2556 โดยทำการคัดพันธุ์ข้าวไร่ร่วมกับเกษตรกร เริ่มจากข้าวพันธุ์ที่เกษตรกรปลูก ได้แก่ พันธุ์แพทอโกปี ซึ่งพบปัญหาการหักล้มในแปลง และมีความสูงต้นในแปลงที่แตกต่างกัน จึงตั้งสมมุติฐานว่ามีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการกระจายทางพันธุกรรมเนื่องจากพบลักษณะการมีหางและไม่มีหางของเมล็ดที่กระจายอยู่บนต้นข้าวต่าง ๆ ซึ่งเป็นไปได้ว่ามีการผสมข้ามทั้งอาจจากพันธุ์ข้าวพื้นเมืองด้วยกันเองหรือระหว่างพันธุ์ข้าวพื้นเมืองกับข้าวป่า ด้วยเหตุนี้การเข้าไปคัดพันธุ์ในปี พ.ศ. 2555 จึงเริ่มจากการคัดรายต้นร่วมกับเกษตรกร ร่วมกับการพิจารณาต้นที่ไม่หักล้มในแปลง และจะทำการประเมินอีกครั้งหลังโดยการนำเมล็ดที่คัดเลือกนี้ไปปลูกในปี พ.ศ. 2556 ในแปลงเกษตรกรในพื้นที่เดิมเช่นกัน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ให้ความรู้แบบมีส่วนร่วมแก่เกษตรกรในการคัดเลือกและประเมินลักษณะของข้าวไร่ระหว่าง ปี พ.ศ. 2555-2556

เรื่องที่ 2 ประเมินผลของการคัดเลือกข้าวไร่ในแปลงปลูกของเกษตรกรโดยอาศัยลักษณะการมี/ไม่มีหาง

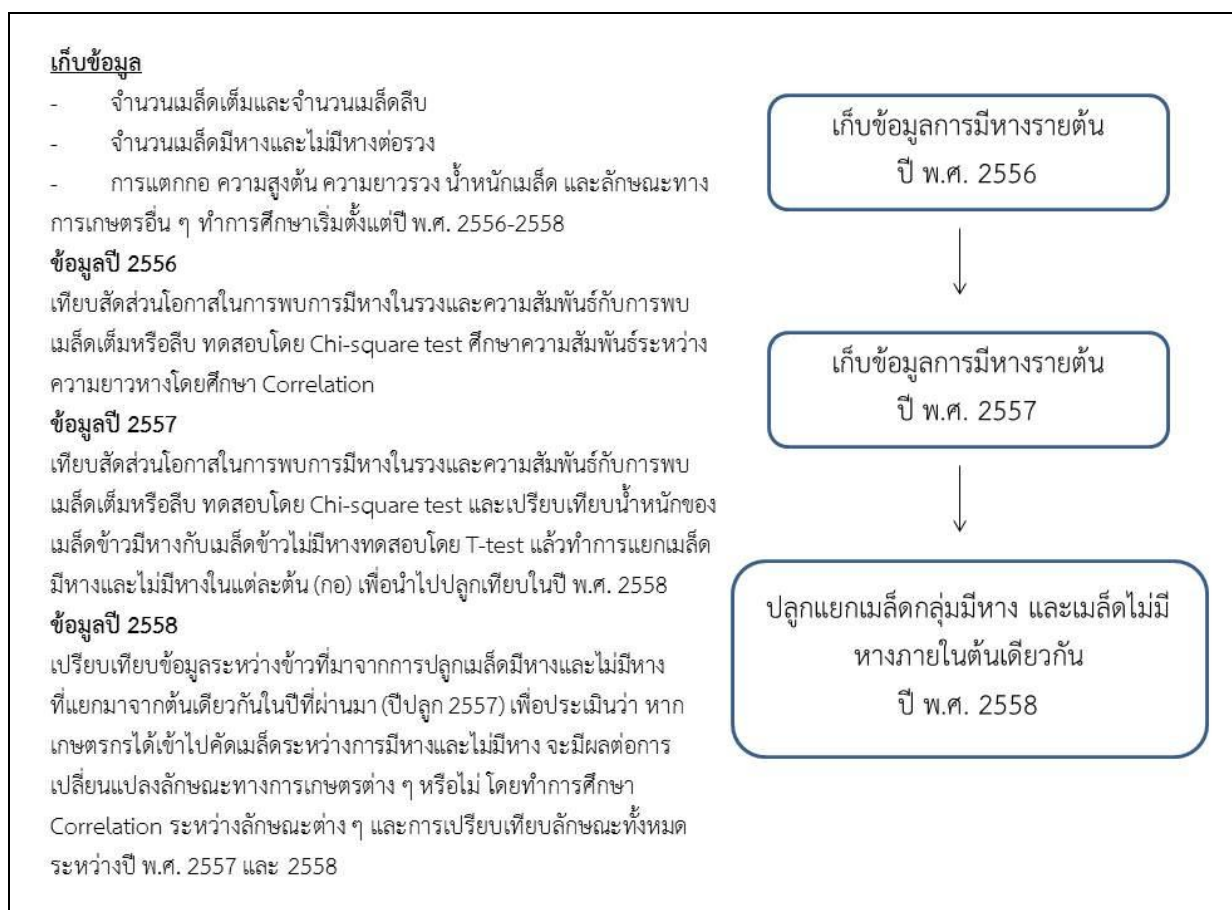
ระยะเวลาในการดำเนินการตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2556-2558

จากการพบว่าพันธุ์แพทอโกปี นอกจากมีลักษณะหักล้ม ความสูงที่กระจายระหว่างต้นแล้ว ยังพบว่ามีลักษณะมีหางในข้าวไร่ที่กำลังกระจายอยู่ด้วย ดังนั้นสมมติฐานคือ การคัดเลือกเมล็ดไม่มีหางเพื่อนำไปปลูกเป็นเมล็ดพันธุ์ต่อไปจะให้ลักษณะต่าง ๆ ในแปลงปลูกรวมทั้งลักษณะทางการเกษตรที่ไม่ต่างจากการคัดเลือกเมล็ดมีหาง ด้วยเหตุนี้

ในปี พ.ศ. 2556 เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีหางกับการพบเมล็ดเต็มหรือลีบของข้าว โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square) และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพบความยาวหางต่าง ๆ โดยใช้การศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) (ภาพที่ 2)

ในปี พ.ศ. 2557 เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีหางกับการพบเมล็ดเต็มหรือลีบของข้าว โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ และการศึกษาน้ำหนักของเมล็ดมีหางและไม่มีหาง โดยใช้ทดสอบ T-test แล้วดำเนินการคัดแยกเมล็ดมีหางและไม่มีหางจากต้นหรือกอเดียวกัน เพื่อนำไปปลูกเปรียบเทียบในปีต่อไป เป็นการจำลองว่าหากเกษตรกรทำการคัดเลือกเมล็ดมีหางแล้วจะแตกต่างกันกับกรณีการปลูกโดยใช้เมล็ดไม่มีหางหรือไม่ (ภาพที่ 2)

ในปี พ.ศ. 2558 เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีหางกับการพบเมล็ดเต็มหรือลึบของข้าว โดยใช้ทดสอบไคสแควร์ และเปรียบเทียบลักษณะทางการเกษตรต่าง ๆ ระหว่างต้นที่เกิดจากการปลูกโดยใช้เมล็ดมีหางและเมล็ดไม่มีหางจากปี พ.ศ. 2557 โดยใช้การทดสอบ T-test เพื่อประเมินว่าหากเกษตรกรทำการคัดเลือกเมล็ดมีหางแล้วจะให้ลักษณะต่าง ๆ แตกต่างกับกรณีการปลูกโดยใช้เมล็ดไม่มีหางหรือไม่ อย่างไร (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ประเมินผลการคัดเลือกโดยพิจารณาลักษณะการมีหางของข้าวไร่ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2558

วิธีการปลูกโดยการหยอดหลุมสำหรับปีการศึกษาอื่น ๆ ใช้การปลูกตามวิธีการของเกษตรกร คือใช้เมล็ด 5-7 เมล็ดต่อหลุม โดยไม่มีการถอนแยก แต่การปลูกในปี 2558 ปลูกจำนวน 1 เมล็ดต่อหลุม ระยะระหว่างแถว x ระยะระหว่างหลุม เท่ากับ 50x50 เซนติเมตร

มีการกำจัดวัชพืชนึ่งครั้งโดยแรงงานของเกษตรกรประมาณ 3 อาทิตย์หลังจากข้าวเริ่มออก การเก็บเกี่ยวสำหรับพันธุ์ดังกล่าวประมาณ 120 วันหลังการหยอดเมล็ด เก็บเกี่ยวโดยแรงงานคน

สำหรับการแยกกลุ่มความยาวหางของเมล็ดข้าวไร่ที่ศึกษาใน ปี พ.ศ. 2556 แบ่งเป็น 4 กลุ่มตามความยาวของหาง ได้แก่

- กลุ่มที่ 1 (L1) ความยาวหางระหว่าง 1-4 มิลลิเมตร
- กลุ่มที่ 2 (L2) ความยาวหางระหว่าง 5-8 มิลลิเมตร
- กลุ่มที่ 3 (L3) ความยาวหางระหว่าง 9-12 มิลลิเมตร
- กลุ่มที่ 4 (L4) ความยาวหางระหว่าง >12 มิลลิเมตร

สถานที่วิจัย

ศึกษาในฤดูฝน-ต้นฤดูหนาว ในพื้นที่ของเขตรกรปกากะญอระหว่างเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน ในหลายปีการศึกษา ในพื้นที่บ้านป่าละอู อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย [Latitude 12° 30.642'N: Longitude 099°29.839'E: about 300 m above mean sea level]

ผลการวิจัย

เรื่องที่ 1 ให้ความรู้เรื่องการกลายพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม และการคัดเลือกข้าวไร่แก่เกษตรกร

สำหรับการให้ความรู้เรื่องการกลายพันธุ์และความหลากหลายทางพันธุกรรม เป็นการให้ความรู้ผ่านการบริการวิชาการ ส่วนในเรื่องการคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ ใช้ลักษณะที่ปรากฏในแปลง ได้แก่ ลักษณะสูงและการหักล้ม มาร่วมในการคัดพันธุ์แพทอโกปี ซึ่งพบการกระจายของทั้งสองลักษณะในแปลงปลูก ปี พ.ศ. 2555 ซึ่งอาจมีความเกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ด้วยเหตุนี้ข้อมูลที่ใช้ประกอบการอธิบายให้เกษตรกรจึงเป็นข้อมูลระหว่างการปลูกปี พ.ศ. 2555-2556

ข้าวไร่พันธุ์แพทอโกปี (ก่อนการคัดเลือก) ปี พ.ศ. 2555

ปลูกโดยเกษตรกร คุณมีด จันทร์อุปถัมภ์

จากข้อมูลรายต้นของข้าวไร่แพทอโกปีก่อนการคัดเลือกพบว่าข้าวมีความสูงเฉลี่ยใน 3 ซ้ำ ระหว่าง 111-128.50 เซนติเมตร หรือเฉลี่ย 120.83 เซนติเมตร โดยพบการหักล้มของต้น 90-100 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยของการจำนวนต้นตอกอยู่ระหว่าง 15-19.60 ต้น หรือเฉลี่ย 17.1 ต้นตอก และจำนวนรวงตอกอยู่ระหว่าง 13.4-17.20 รวง หรือเฉลี่ย 14.87 รวงตอก และความยาวรวงอยู่ระหว่าง 20.25-21.05 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

ในการปลูกข้าวไร่ ปี พ.ศ. 2555 ทำการปลูกโดยวิธีการหยอดหลุม หลุมละ 5-7 เมล็ด ด้วยเหตุนี้จึงไม่สามารถเทียบความสามารถในการแตกกอของข้าวพันธุ์ดังกล่าวได้ เนื่องจากไม่ทราบอัตราการงอกและการแตกกอต่อต้นที่แท้จริง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าจำนวนรวงตอกมีค่าต่ำกว่าจำนวนต้นตอกประมาณ 2 รวง นั้นแสดงให้เห็นว่ามีบางหน่อที่ไม่เกิดการสร้างรวงซึ่งจะส่งผลทำให้ผลผลิตต่ำในข้าว พบว่าจำนวนรวงตอกเป็นลักษณะที่พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันในทุก 3 ซ้ำและพบว่าเป็นลักษณะที่พบความแปรปรวนค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 1.62-2.55 เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนต้นตอก และจำนวนรวงตอก (ตารางที่ 1)

อย่างไรก็ตามปัญหาที่ชัดเจนสำหรับข้าวไร่พันธุ์ที่เกษตรกรปลูกในปี พ.ศ. 2555 หรือพันธุ์แพทอโกปีนี้คือปัญหาการหักล้ม ด้วยเหตุนี้การคัดพันธุ์เพื่อลดการหักล้มของข้าวดังกล่าวนี้นี้ร่วมกับเกษตรกรจึงมีการดำเนินการในปีดังกล่าวนี้ โดยขั้นต้นได้มีการให้ความรู้เบื้องต้นแก่เกษตรกรถึงปัญหาสภาพแปลง ประโยชน์ของการคัดเลือกพันธุ์ วิธีการ เป้าหมาย และผลที่คาดว่าจะได้รับ โดยเลือกวิธีการคัดเลือกเป็นรายรวง (Panicke selection) ซึ่งแต่ละรวงได้มาจากต้นที่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการหรือตรงตามพันธุ์ที่เกษตรกรเป็นผู้ให้ข้อมูลและร่วมคัดเลือก ดังนี้

คัดเลือกต้นที่มีความสูงเกินไป ต้นไม่หักล้ม มีการแตกกอดี และรวงในกอส่วนใหญ่มีน้ำหนักดี (มีจำนวนเมล็ดมากและรวงยาว) พิจารณาการร่วงของรวงน้อยเมื่อทำการเขย่า จากนั้นนำรวงต่าง ๆ ที่คัดเลือกไว้

มารวมกัน (blend seeds) เพื่อเก็บไว้ปลูกในปีต่อไป ซึ่งการคัดเลือกทั้งหมดนี้จะทำร่วมกันระหว่างเกษตรกร นักวิชาการ นักวิจัย และนักศึกษา

ข้อมูลข้าวไร่พันธุ์แพทอโกบี (หลังการคัดเลือก) ปี พ.ศ. 2556

ปลูกโดยเกษตรกร คุณจำปา จันทรอุปถัมภ์

การประเมินการหักล้มเนื่องจากการคัดเลือกรวงในปีที่ผ่านมาทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากมีปัจจัยหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ปัญหาวัชพืช การเข้าทำลายของช้างป่า (ภาพที่ 3)

จากข้อมูลรายต้นของข้าวแพทอโกบีก่อนและหลังการคัดเลือก พบว่าความสูงต้นมีค่าลดลง จาก 110-128 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) หลังการคัดเลือกพบข้าวมีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 80.7-96.3 เซนติเมตร หรือเฉลี่ย 88.43 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

สิ่งที่พบเพิ่มเติม คือในข้าวพันธุ์แพทอโกบีพบข้าวมีหางในแปลง ซึ่งเป็นอีกลักษณะหนึ่งที่มีความน่าสนใจและสามารถศึกษาผลจากการคัดเลือกได้โดยอาจไม่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยดังที่กล่าวมาข้างต้นมากนัก



ภาพที่ 3 การปลูกข้าวไรฟันธ์แพทอโกปีที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อลดความสูงและลดปัญหาการหักล้มจากปีปลูก พ.ศ. 2555 มาปลูกในพื้นที่ปลูกเกษตรกร ปี พ.ศ. 2557 พื้นที่ป่าละอู ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในปีปลูกดังกล่าวพบการกระจายของลักษณะการมีหางของเมล็ดข้าว

ตารางที่ 2 ข้อมูลพันธุ์แพทอโกบิหลังการคัดเลือกจากปี พ.ศ. 2555 ทำการปลูกในเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน 2556 โดยเกษตรกร คุณจำปา จันทร์อุปถัมภ์

Replication I	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No.8	No.9	No. 10	Mean	SD
ความสูงต้น (ซม.)	99	100	92	86	97	95	93	101	101	99	96.3	4.83
จำนวนต้นต่อกอ	35	20	18	12	23	11	14	26	34	31	22.4	8.91
จำนวนรวงต่อกอ	35	19	18	12	23	11	14	26	34	31	22.3	8.94
ความยาวรวง (ซม.)	23.75	26	21	23.75	22.5	23.5	23	25.25	27.5	24.5	24.08	1.84
Replication II	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No.8	No.9	No. 10	Mean	SD
ความสูงต้น (ซม.)	92	82	95	85	94	95	90	85	86	79	88.3	5.70
จำนวนต้นต่อกอ	13	12	25	12	25	12	9	15	19	23	16.5	6.00
จำนวนรวงต่อกอ	13	12	23	11	25	12	9	14	19	23	16.1	5.84
ความยาวรวง (ซม.)	24.5	26.25	24.9	25.25	23.25	24	24.25	21.25	24.5	22	24.02	1.50
Replication III	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No.8	No.9	No. 10	Mean	SD
ความสูงต้น (ซม.)	80	90	85	80	75	70	85	90	70	82	80.7	7.26
จำนวนต้นต่อกอ	18	14	26	17	20	9	18	25	14	22	18.3	5.23
จำนวนรวงต่อกอ	18	14	24	17	19	9	18	25	13	19	17.6	4.81
ความยาวรวง (ซม.)	27	26	21	22.75	20.25	24.75	23.5	25.25	24.25	27	24.18	2.33

ผลจากการคัดเลือกข้าวไร่จากปี พ.ศ. 2555 โดยมีการปลูกเมล็ดที่ถูกคัดเลือกทรายรวงในปี พ.ศ. 2556 ข้อมูลค่าเฉลี่ยก่อนและหลังพบว่าความสูงภายหลังการคัดเลือกมีค่าลดลงจาก 120.83 เซนติเมตร เป็น 88.43 เซนติเมตร ขณะที่ลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ จำนวนต้นตอกอ รวงตอกอ และความยาวรวง มีค่าเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3) นอกจากนี้เมื่อทำการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ต้นที่เกิดรวงจากการใช้ข้อมูลจำนวนต้นตอกอและจำนวนรวงตอกอ พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น จาก 86.96 เปอร์เซ็นต์ เป็น 98.06 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ซึ่งในความเป็นจริงจำนวนรวงตอกอเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ แต่ในการให้ผลผลิตข้าวไร่มักมีปัญหาผลผลิตต่ำ ส่วนหนึ่งเกิดจากการไม่สร้างรวงของบางหน่อหรือบางต้นที่อาจเป็นผลเนื่องมาจากต้นขาดความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารด้วยเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ การนำจำนวนต้นตอกอและจำนวนรวงตอกอมาคำนวณรวมกันจะทำให้ได้ข้อมูลจำนวนต้นต่อรวง หรือสัดส่วนต้นที่สร้างรวง ซึ่งถ้ามีค่า 100 เปอร์เซ็นต์หมายถึงทุกต้นสามารถสร้างรวงได้นั่นเอง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะก่อนและหลังการคัดเลือกข้าวไร่พันธุ์แพทอโกบี

ลักษณะ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE
	ก่อนการคัดเลือก ปี พ.ศ. 2555	หลังการคัดเลือก ปี พ.ศ. 2556
ความสูง (เซนติเมตร)	120.83 $\pm$ 8.95	88.43 $\pm$ 7.80
จำนวนต้นตอกอ (A)	17.10 $\pm$ 2.33	19.07 $\pm$ 3.02
จำนวนรวงตอกอ (B)	14.87 $\pm$ 2.04	18.70 $\pm$ 3.23
ความยาวรวง (เซนติเมตร)	20.60 $\pm$ 0.41	24.09 $\pm$ 0.08
ค่าเปอร์เซ็นต์ B/A	86.96	98.06

SE = ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย (Standard error of means)

เรื่องที่ 2 ประเมินผลของการคัดเลือกข้าวไร่ในแปลงปลูกของเกษตรกรโดยอาศัยลักษณะการมี/ไม่มีหาง

นอกเหนือจากความสำเร็จที่ได้มีการคัดลักษณะในแปลงปลูก ยังพบการกระจายของเมล็ดข้าวทั้งที่มีหางและไม่มีหาง ในปีพ.ศ. 2555 ด้วยเช่นเดียวกัน การคัดเลือกลักษณะการมีหางทั้งที่มีการแนะนำให้แก่เกษตรกรในเบื้องต้น (ปี พ.ศ. 2555) จะกระทบต่อลักษณะอื่น ๆ หรือไม่โดยเฉพาะลักษณะทางการเกษตรเหล่านี้ล้วนเป็นคำถามที่นักวิจัยจำเป็นต้องหาคำตอบก่อนการเข้าไปแนะนำเกษตรกร จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าลักษณะการมีหางของเมล็ดข้าวซึ่งคือการยืดยาวตรงส่วนปลายของเปลือกส่วน lemma ของเมล็ดแต่ละเมล็ด ทำให้เมล็ดข้าวมีความคม (Dahlgren et al., 1985; You et al., 2012) นั้นได้มีรายงานไว้ว่าเป็นลักษณะหนึ่งของข้าวป่า (wild rice) (ที่อาจมีลักษณะอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น การมียอดสีม่วง การมีกาบ (hull) สีดำ การมีหางยาว ขณะที่พันธุ์ปลูกในประเทศจะมีเปลือกและยอดสีฟางข้าวรวมทั้งไม่พบการมีหางในเมล็ดข้าว) ดังนั้นการพบลักษณะข้าวแบบผสมของลักษณะระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกอาจเรียกข้าวดังกล่าวว่าข้าววัชพืช (weedy rice) ซึ่งการมีส่วนผสมระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่าทำให้ข้าววัชพืชสามารถปรับตัวได้ทั้งตามสภาพธรรมชาติหรือการในสภาพของการเพาะปลูก (Federici et al., 2001) แม้จะมีรายงานว่าการมีหางทำให้มีการกระจายของเมล็ดได้ง่ายหรือเมล็ดร่วงง่าย แต่กลับพบว่าการมีหางสามารถปกป้องเมล็ดจากสัตว์ เช่น นก และแมลง และยังช่วยเพิ่มการสังเคราะห์แสงเช่นกัน (Groundbacher, 1963; von Bothmer et al., 1995) อย่างไรก็ตาม การมีหางอาจส่งผลกระทบต่อการเกษตร เนื่องจากการมีหางของข้าวทำให้การเก็บเกี่ยวด้วยมือทำได้ยิ่งยากมากขึ้น (You et al., 2012)

นอกจากนี้จากการสังเกตข้าวไร่พันธุ์แพทอโกปีในปีที่ผ่านมาทำให้เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการมีหางในเมล็ดข้าวกับการเติมเต็มเมล็ดหรือลักษณะสังเกตคือเมล็ดเต็มและเมล็ดลีบ และเนื่องจากมีรายงานที่กล่าวถึงการมีหางสัมพันธ์กับการสังเคราะห์แสงในข้าวบาร์เลย์ (Kjack and Witters, 1974) ทำให้ยังพบข้าวบาร์เลย์พันธุ์ที่มีหางมีการใช้ประโยชน์อยู่ถึงปัจจุบัน แต่สำหรับข้าวอาจต่างจากข้าวบาร์เลย์เพราะเมื่อทำการตัดขวางพบการมีหางมีรูปร่างแบบกลมกับ vascular bundle บริเวณตรงศูนย์กลาง (Toriba et al., 2010) ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ไม่ได้ส่งเสริมการสังเคราะห์แสงเท่ากับในข้าวบาร์เลย์ที่พบรูปร่างเป็นแบบสามเหลี่ยมในสองบริเวณของเซลล์ chlorenchema

ด้วยเหตุนี้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2558 จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีหางและการมีเมล็ดเต็มหรือลีบของข้าวไร่ โดยใช้พันธุ์แพทอโกปีเป็นพันธุ์ศึกษาเนื่องจากพบการกระจายของลักษณะดังกล่าวในพื้นที่อยู่นั่นเอง

ข้อมูลข้าวไร่พันธุ์แพทอโกปีปลูกปี พ.ศ. 2556

ปลูกโดยเกษตรกร คุณจำปา จันทรอุปถัมภ์

จากการศึกษาความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มและเมล็ดมีหาง รวมทั้งระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบและเมล็ดไม่มีหางต่างพบว่ามีค่าเป็นลบและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (-0.1440) (ตารางที่ 4) พบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มกับเมล็ดมีหาง (ในเมล็ดเต็ม) มีค่าเป็นลบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (-0.3511) ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบกับเมล็ดไม่มีหาง (ในเมล็ดลีบ) มีค่าเป็นบวกที่ไม่แตกต่างทางสถิติ (0.1462) (ตารางที่ 4)

พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติสูงระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มกับเปอร์เซ็นต์การพบเมล็ดมีหางที่ความยาวต่าง ๆ ($L_2 = 0.3552$, $L_3 = 0.3109$, $L_4 = 0.3896$) ยกเว้นใน L_1 (0.1308) (ตารางที่ 4) ขณะเดียวกันก็พบความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การพบหางที่ความยาวต่าง ๆ (ในเมล็ดเต็ม) มีค่าเป็นบวก โดยพบว่ามีความสำคัญระหว่าง L_2 - L_4 (L_2 กับ $L_3 = 0.2580$, L_2 กับ $L_4 = 0.2812$, L_3 กับ $L_4 = 0.2945$) (ตารางที่ 4)

การศึกษาจาก 395 รวง (31 กอ) ที่พบการกระจายของหาง พบว่ามีค่าเฉลี่ยความยาวรวงเท่ากับ 22.42 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มที่มีหางเท่ากับ 14.04 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีหางเท่ากับ 4.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

เปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางที่พบในเมล็ดเต็มและที่พบในเมล็ดลีบจากแต่ละรวง มีการนำมาทดสอบความสอดคล้องกัน (test for goodness of fit) ของสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ที่พบนี้โดยใช้ chi-square (χ^2_A) (ตารางที่ 6) แล้วประเมินเป็นเปอร์เซ็นต์ในแต่ละกอ ทำการแบ่งกลุ่มเปอร์เซ็นต์รวงที่พบตามปรากฏการณ์ต่าง ๆ หลังการทดสอบเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางที่พบในกลุ่มเมล็ดเต็มและกลุ่มเมล็ดลีบ (Non-significant; NS)

กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในกลุ่มเมล็ดเต็มพบมากกว่าที่คาดการณ์ (percentages of awned seed in filled seeds; ASF)

กลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในกลุ่มเมล็ดลีบพบมากกว่าที่คาดการณ์ (percentages of awned seed in unfilled seeds; ASUF)

กลุ่มที่ 4 คือกลุ่มที่ไม่สามารถประเมินความสอดคล้องกันได้ เนื่องจากไม่พบเมล็ดมีหางภายในรวงดังกล่าว (No detectable; NA)

ผลการศึกษาพบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์รวง (χ^2_A) (% of Panicles/hill) ที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (NS) มีค่าเท่ากับ 45.96 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มพบเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มมากกว่า (ASF) เท่ากับ 9.09 เปอร์เซ็นต์ พบกลุ่มเมล็ดมีหางในเมล็ดลีบมากกว่า (ASUF) เท่ากับ 1.46 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ไม่สามารถประเมินได้ (NA) เท่ากับ 42.61 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรวมในแต่ละรวงระหว่างกลุ่ม ASF และ ASUF จากทั้ง 31 กอ พบว่ามีค่าเท่ากับ 14.04 และ 4.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) เมื่อทำการทดสอบพบว่าทั้งสองกลุ่มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2_B) (% in panicle) เท่ากับ 12.90 เปอร์เซ็นต์ (4 ใน 31 กอ) ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ 3.23 เปอร์เซ็นต์ (1 ใน 31 กอ) พบเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มมีสัดส่วนสูงกว่าในเมล็ดลีบ (ASF) เท่ากับ 80.65 เปอร์เซ็นต์ (25 ใน 31 กอ) และพบเมล็ดมีหางในเมล็ดลีบในสัดส่วนสูงกว่าในเมล็ดเต็ม (ASUF) เท่ากับ 3.23 เปอร์เซ็นต์ (1 ใน 31 กอ) (ตารางที่ 6)

ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของเมล็ดข้าวมีหางและไม่มีหางโดยใช้สถิติ T-test (ตารางที่ 7) จากข้อมูลทั้งหมด 384 รวง ที่ได้มาจาก 21 ต้น พบว่ามีเพียง 231 รวงที่พบเมล็ดมีหาง เมื่อนำมาทดสอบความแปรปรวนของทั้งสองประชากรพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (F value = 1.107487 ns) ค่าเฉลี่ยของเมล็ดมีหางเท่ากับ

0.02033 กรัมต่อเมล็ด ขณะที่เมล็ดไม่มีหางมีค่าเท่ากับ 0.01887 กรัมต่อเมล็ด อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบจากข้าวเปลือก เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดข้าวกล้องพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อศึกษาจากตัวอย่างสุ่มจำนวน 5 กอ

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้าวมีหางและไม่มีหางในเมล็ดเต็มและเมล็ดลีบ (ในวงเล็บ) ของข้าวไร่ที่ปลูกโดยเกษตรกรในปี พ.ศ.2556

Characteristics	% awned seed (% awnless seed)	% awned seed in filled seed (% awnless in unfilled seed)	% L1 ^Ω in filled seed (% L1 in unfilled seed)	% L2 in filled seed (% L2 in unfilled seed)	% L3 in filled seed (% L3 in unfilled seed)	% L4 in filled seed (% L4 in unfilled seed)
% filled seed (% unfilled seed)	-0.1440 ns (-0.1440 ns)	-0.3511 ** (0.1462 ns)	-0.1997 * (0.2763 **)	-0.0358 ns (-0.0064 ns)	0.0557 ns (0.1063 ns)	-0.1471 ns (NA)
% awned seed (% awnless seed)		0.9592 ** (0.2764 **)	0.1076 ns (-0.2679 **)	0.3831 ** (-0.2812 **)	0.3566 ** (-0.2299 *)	0.4178 ** (NA)
% awned seed in filled seed (% awnless seed in unfilled seed)			0.1308 ns (-0.1951 *)	0.3552 ** (-0.1686 ns)	0.3109 ** (-0.0686 ns)	0.3896 ** (NA)
% L1 in filled seed (% L1 in unfilled seed)				0.0511 ns (-0.0332 ns)	0.0588 ns (0.0125 ns)	0.0477 ns (NA)
% L2 in filled seed (% L2 in unfilled seed)					0.2580 ** (0.0214 ns)	0.2812 ** (NA)
% L3 in filled seed (%L3 in unfilled seed)						0.2945 ** (NA)

^Ω L1-L4 was categorized based upon the difference in the length of seed awn: L1 = 1-4 mm, L2 = 5-8 mm, L3 = 9-12 mm, L4 >12 mm.

NA = not applicable, did not find L4 in unfilled seeds, thus, it cannot be used to calculate the correlation coefficient.

ns = not significant at the 0.05 probability level; * Significant at the 0.05 probability level; ** Significant at the 0.01 probability level.

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย วาเรียนซ์ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะความยาวรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในเมล็ดเต็ม และเปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในเมล็ดลีบ จากจำนวนข้อมูล 395 รวง (จาก 31 ต้น) ที่พบการกระจายของลักษณะการมีหางของข้าวไร่พันธุ์แพทอโกบี ที่ปลูกปี พ.ศ. 2556

ต้นที่	ความยาวรวง (ซม.)			% เมล็ดมีหางในเมล็ดเต็ม			% เมล็ดมีหางในเมล็ดลีบ		
	ค่าเฉลี่ย	วา เรียนซ์	SD	ค่าเฉลี่ย	วาเรียนซ์	SD	ค่าเฉลี่ย	วาเรียนซ์	SD
1	23.79	13.42	3.66	14.45	363.64	19.07	5.67	53.20	7.29
2	24.02	4.60	2.14	7.59	56.98	7.55	1.18	4.53	2.13
3	21.78	11.26	3.36	17.98	84.97	9.22	4.39	20.55	4.53
4	21.94	2.74	1.66	6.06	34.48	5.87	2.08	69.44	8.33
5	22.04	2.23	1.49	10.05	81.66	9.04	1.04	4.38	2.09
6	20.71	7.82	2.80	13.00	141.25	11.88	8.52	233.77	15.09
7	22.16	5.98	2.45	22.27	327.15	18.09	3.14	47.57	6.9
8	22.93	7.16	2.68	6.32	58.39	7.64	1.57	26.84	5.18
9	24.70	3.35	1.83	14.73	29.66	5.45	4.46	48.53	6.97
10	22.53	6.76	2.60	10.45	106.40	10.32	1.27	4.82	2.20
11	23.85	1.96	1.40	4.71	17.70	4.21	23.61	326.12	18.06
12	22.27	2.95	1.72	21.11	260.95	16.15	15.30	65.36	8.08
13	23.59	4.78	2.18	4.80	56.57	7.52	5.46	70.41	8.39
14	22.72	3.32	1.82	7.54	73.05	8.55	0.89	11.16	3.34
15	22.75	4.60	2.14	6.88	92.37	9.61	1.67	2.7.78	5.27
16	20.92	8.79	2.96	28.62	278.17	16.68	7.56	35.94	6.00
17	21.78	3.77	1.94	17.68	143.59	11.98	5.39	50.71	7.12
18	23.26	3.80	1.95	14.78	42.97	6.56	11.61	126.00	15.25
19	20.24	7.76	2.79	12.91	282.25	16.80	2.60	13.78	3.71
20	22.50	7.53	2.74	11.77	48.55	6.97	0.00	0.00	0.00
21	19.93	3.74	1.93	9.53	150.03	12.25	3.33	111.11	10.54
22	24.81	1.48	1.22	9.58	54.40	7.38	2.02	9.72	3.12
23	24.23	9.01	3.00	7.34	87.64	9.36	2.54	32.05	5.66
24	21.72	5.52	2.35	16.30	203.97	14.28	6.53	248.65	15.77
25	24.34	4.26	2.06	13.71	87.76	9.37	7.35	91.60	9.57
26	21.36	4.65	2.16	25.06	379.23	19.47	5.20	49.33	7.02
27	20.59	8.65	2.94	28.59	561.42	23.69	4.83	28.62	5.35

ตารางที่ 5 (ต่อ)									
ต้นที่	ความยาวรวง (ซม.)			% เมล็ดมีหางในเมล็ดเต็ม			% เมล็ดมีหางในเมล็ดลีบ		
	ค่าเฉลี่ย	วาเรียนซ์	SD	ค่าเฉลี่ย	วาเรียนซ์	SD	ค่าเฉลี่ย	วาเรียนซ์	SD
28	18.89	17.21	4.15	9.15	138.62	11.77	1.79	22.32	4.72
29	22.34	1.79	1.34	23.73	369.37	19.22	0.95	9.86	3.14
30	23.35	3.21	1.79	17.24	77.78	8.82	3.70	15.84	3.98
31	22.91	9.86	3.14	21.28	180.49	13.44	7.74	48.86	6.99
ค่าเฉลี่ย	22.42			14.04			4.95		
SE	1.45			6.91			4.85		

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard variation)

SE = ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย (Standard error of means)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรวงต่อกอที่ทดสอบสัดส่วนของเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มและเมล็ดมีหางในเมล็ดลีบในแต่ละกอโดยใช้ค่าไคสแควร์ (Chi-square; χ^2_A) และการทดสอบค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มและเมล็ดมีหางในเมล็ดลีบโดยใช้ค่าไคสแควร์ (Chi-square; χ^2_B) ปี พ.ศ. 2556

No. of Hill	Panicle length (cm)	No. Panicles/hill	χ^2_A (% of Panicles/hill)				Means (% in panicle)		χ^2_B Values
			NS	ASF	ASUF	NA	ASF	ASUF	
1	23.79	11	54.55	27.27	0	18.18	14.45	5.67	13.60**(H)
2	24.02	10	70	20	0	10	7.59	1.18	34.82**(H)
3	21.78	10	70	30	0	0	17.98	4.39	42.07**(H)
4	21.94	16	56.25	0	6.25	37.5	6.06	2.08	7.62**(H)
5	22.04	7	85.71	14.29	0	0	10.05	1.04	78.06**(H)
6	20.71	15	53.33	13.33	6.67	26.67	13.00	8.52	2.36ns
7	22.16	20	30	65	0	5	22.27	3.14	116.55**(H)
8	22.93	15	53.33	6.67	6.67	33.33	6.32	1.57	14.37**(H)
9	24.70	10	90	10	0	0	14.73	4.46	23.65**(H)
10	22.53	11	72.72	18.18	0	9.09	10.45	1.27	66.36**(H)
11	23.85	10	22.41	0	10.14	67.45	4.71	23.61	15.13** (L)
12	22.27	16	40.32	2.50	2.66	54.52	21.11	15.30	2.21ns
13	23.59	10	18.89	0	0	81.11	4.81	5.46	0.08ns
14	22.72	14	26.04	0.89	0.71	72.35	7.54	0.89	49.54**(H)
15	22.75	10	17.52	1.11	0	81.37	6.87	1.67	16.27**(H)
16	20.92	19	55.66	10.53	0	33.81	28.62	7.56	58.67**(H)
17	21.78	10	41.92	1.11	0	56.96	17.67	5.39	28.03**(H)
18	23.26	10	39.50	0	4.56	55.93	14.78	11.61	0.86ns

19	20.24	22	30.34	4.15	1.33	64.15	12.91	2.60	40.92**(H)
20	22.50	8	40.53	1.39	0	58.08	11.77	0	NA
21	19.93	10	19.13	0	0	81.17	9.53	3.33	11.51**(H)
22	24.51	15	53.91	0.74	0.67	44.68	9.58	2.02	28.16**(H)
23	24.23	21	23.86	1.06	1.06	74.02	7.34	2.54	9.08**(H)
24	21.72	10	28.69	0	0	71.31	16.29	6.53	14.61**(H)
25	24.34	10	45.71	1.11	2.25	50.93	13.71	7.35	5.52*(H)
26	21.36	15	51.88	9.77	0.61	37.75	25.07	5.21	75.87**(H)
27	20.59	13	62.55	18.14	0.85	18.45	28.59	4.86	115.90**(H)
28	18.89	7	30.36	3.57	0	66.07	9.15	1.79	30.34**(H)
29	22.35	11	29.45	11.11	0	32.11	23.73	0.95	548.23**(H)
30	23.35	10	57.22	5.58	0	37.19	17.24	3.70	49.49**(H)
31	22.91	19	53.08	4.39	0.88	41.66	21.28	7.74	23.67**(H)
Mean	22.42	12.74	45.96	9.09	1.46	42.61	14.04	4.95	
SD	1.45	4.15	19.54	13.31	2.60	26.12	6.91	4.85	
ค่าเฉลี่ย % ASF = 80.65; % ASUF = 3.23; % NS = 12.90; % NA = 3.23									

ASF = awn seeds in filled seeds; ASUF = awn seeds in unfilled seeds; NS = not significant at the 0.05 probability level.

NA = not detectable (not found awned seed in panicles); ** (H) or ** (L) = higher percent of ASF than ASUF or higher percent of ASUF than ASF, respectively at 0.01 probability level.

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบน้ำหนักของเมล็ดมีหางและเมล็ดไม่มีหาง จากข้าวไร่ที่ปลูกในปี พ.ศ. 2556

ข้าวเปลือก (Unhusked seeds)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรัมต่อเมล็ด)		T-test
	เมล็ดมีหาง (Awned seeds)	เมล็ดไม่มีหาง (Awnless seeds)	
231 รวง	0.02033 $\pm$ 0.00141 A	0.01887 $\pm$ 0.00149 B	10.7945**
ข้าวกล้อง (Husked seeds) (100 เมล็ดในแต่ละกอ)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรัมต่อเมล็ด)		T-test
	เมล็ดมีหาง (Awned seeds)	เมล็ดไม่มีหาง (Awnless seeds)	
Hill no. 12	0.01711 $\pm$ 0.00105	0.01637 $\pm$ 0.00171	0.001 ns
Hill no. 16	0.01695 $\pm$ 0.00122	0.01695 $\pm$ 0.00161	0.498 ns
Hill no. 17	0.01739 $\pm$ 0.00086	0.01728 $\pm$ 0.00214	0.494 ns
Hill no. 24	0.01739 $\pm$ 0.00099	0.01696 $\pm$ 0.00172	0.306 ns
Hill no. 26	0.01582 $\pm$ 0.00117	0.01622 $\pm$ 0.00127	0.244 ns

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข้อมูลข้าวไร่พันธุ์แพทอโกปีปลูกปี พ.ศ. 2557

ปลูกโดยคุณพ่อกว่า จันทรอุปถัมภ์

จากการปลูกข้าวไร่ในปี พ.ศ. 2557 จากทั้งหมด 21 กอ พบว่ามีค่าเฉลี่ยความยาวรวง เท่ากับ 21.46 เซนติเมตร ค่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มและเปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในเมล็ดลีบในแต่ละรวง เท่ากับ 10.97 และ 2.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ขณะที่ ผลผลิตต่อรวง (1.88 กรัมต่อรวง) น้ำหนักเมล็ด (0.0197 กรัมต่อเมล็ด) เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ (40.22 เปอร์เซ็นต์) จำนวนเมล็ดต่อรวง (137.91 เมล็ด) แสดงในตารางที่ 8

ผลทดสอบความสอดคล้องกันของจำนวนเปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางที่พบในกลุ่มเมล็ดเต็มและเมล็ดลีบ โดยใช้ค่าทางสถิติ Chi-square ในปีปลูก พ.ศ. 2557 แสดงในตารางที่ 9

ข้อมูลจาก 384 รวง (21 กอ) (ทำการเก็บข้อมูลและทำการทดสอบไคสแควร์แยกรายแขนงก่อนการประเมินเป็นภาพรวมของรวง และนำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์ของแต่ละกอ ตามลำดับ แสดงค่าทดสอบ χ^2_A ขณะที่ ค่าเฉลี่ยในแต่ละรวงสำหรับ ASF และ ASUF แสดงค่าทดสอบ χ^2_B) พบว่าเปอร์เซ็นต์กอที่สัดส่วนของเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มไม่ต่างจากสัดส่วนของเมล็ดมีหางในเมล็ดลีบ (NS) เท่ากับ 42.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มที่ไม่สามารถประเมินสัดส่วนนี้ได้ (ND) เท่ากับ 38.58 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กลุ่มที่พบเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มมีค่าสูงกว่าการพบในเมล็ดลีบ (ASF) เท่ากับ 17.82 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มสุดท้ายการพบเมล็ดมีหางในเมล็ดลีบมีค่าสูงกว่าการพบในเมล็ดเต็ม (ASUF) เท่ากับ 0.85 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 ข้อมูลความยาวรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มและเปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในเมล็ดลีบของข้าวไร้พันธุ์แพทอโกบี ผลผลิตต่อรวง (กรัม) น้ำหนักเมล็ด (กรัม) เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบและจำนวนเมล็ดต่อรวงที่ปลูกปี พ.ศ. 2557

ต้นที่	ความยาวรวง (cm)			% เมล็ดมีหางในเมล็ดเต็ม (ASF)			% เมล็ดมีหางในเมล็ดลีบ (ASUF)		
	ค่าเฉลี่ย	วาเรียนซ์	SD	ค่าเฉลี่ย	วาเรียนซ์	SD	ค่าเฉลี่ย	วาเรียนซ์	SD
1	19.40	4.35	18.93	5.01	8.94	79.85	0.77	1.03	1.05
2	21.76	2.62	6.88	12.42	21.86	478.98	1.91	4.06	16.56
3	23.66	3.70	13.68	12.29	10.51	110.49	4.31	5.96	35.48
4	20.79	2.46	6.06	4.43	5.49	30.12	2.31	4.60	21.20
5	21.17	2.65	7.02	11.11	15.10	227.92	0.42	1.64	2.69
6	22.30	2.29	5.24	5.92	5.25	27.54	1.36	2.41	5.80
7	20.20	3.45	11.89	19.05	15.69	246.19	13.99	20.32	412.93
8	22.69	3.35	11.25	16.41	18.25	332.92	1.15	2.04	4.16
9	23.77	1.48	2.18	0.62	1.05	1.09	0	0	0
10	22.58	3.26	10.61	5.85	14.76	217.75	2.63	7.92	62.73
11	24.54	2.95	8.68	22.59	24.04	577.68	4.60	5.53	30.54
12	19.37	2.84	8.08	8.13	12.61	159.08	0.97	2.25	5.05
13	19.25	2.52	6.38	4.75	5.95	35.43	0.15	0.34	0.12
14	23.78	2.81	7.91	8.30	17.43	303.79	0.80	1.69	2.86
15	19.86	2.54	6.44	1.90	4.61	21.25	0	0	0
16	18.47	3.29	10.85	52.28	51.01	2602.52	6.72	9.64	92.97
17	20.74	3.52	12.42	6.06	11.52	132.60	6.08	9.62	92.60
18	22.09	3.06	9.39	6.55	16.19	262.03	0.25	0.52	0.27
19	21.41	3.16	9.99	11.25	12.11	146.54	2.26	5.36	28.77
20	22.42	2.92	8.54	8.40	12.91	166.79	3.32	7.13	50.84
21	20.49	2.12	4.48	1.06	3.77	14.19	0.62	1.87	3.50
ค่าเฉลี่ย	21.46			10.97			2.61		
วาเรียนซ์	2.92			122.51			10.68		
SE	1.71			12.23			3.06		

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

SE = ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย (Standard error of means)

(ต่อ)

ต้นที่	ผลผลิตต่อรวง (กรัม)		น้ำหนักเมล็ด (กรัม)		เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ		จำนวนเมล็ดต่อรวง	
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
1	0.98	0.81	0.0156	0.00	60.42	17.03	144.20	51.29
2	1.88	0.98	0.0221	0.01	32.04	17.36	133.68	58.06
3	2.57	1.28	0.0215	0.00	27.82	22.77	182.20	71.19
4	1.44	0.64	0.0227	0.02	28.84	12.63	117.16	48.69
5	1.42	1.10	0.0169	0.00	37.28	13.30	130.89	54.00
6	1.80	1.35	0.0375	0.05	32.05	10.10	133.22	52.01
7	1.42	0.94	0.0257	0.02	30.20	22.90	104.39	42.09
8	1.20	0.86	0.0213	0.00	54.29	20.01	137.46	60.04
9	2.77	1.08	0.0211	0.00	33.70	16.12	196.83	44.02
10	2.15	0.91	0.0224	0.01	37.31	16.41	160.17	63.34
11	1.67	0.87	0.0188	0.01	52.56	17.16	209.58	69.08
12	1.50	2.61	0.0180	0.00	33.10	20.14	90.38	41.77
13	1.51	0.54	0.0198	0.00	24.83	12.52	104.76	33.66
14	1.60	1.03	0.0211	0.01	45.09	15.65	143.76	56.49
15	1.22	0.69	0.0020	0.00	43.01	9.91	108.56	43.36
16	6.10	10.08	0.0147	0.00	70.13	19.58	74.00	37.75
17	1.61	0.92	0.0195	0.00	34.41	17.92	132.38	56.23
18	2.07	1.05	0.0172	0.00	38.15	12.65	181.45	63.47
19	0.89	0.57	0.0173	0.00	65.29	12.64	134.73	49.01
20	1.89	1.03	0.0187	0.00	38.40	14.00	156.54	56.70
21	1.78	0.64	0.0203	0.00	25.78	12.73	119.75	39.92
ค่าเฉลี่ย	1.88		0.0197		40.22		137.91	
วาเรียซ์	1.15		0.0000		171.39		1184.99	
SE	1.07		0.0062		13.09		34.42	

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

SE = ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ย (Standard error of means)

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรวงต่อกอที่ทดสอบสัดส่วนของเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มและเมล็ดมีหางในเมล็ดลีบในแต่ละกอโดยใช้ค่าไคสแควร์ (Chi-square; χ^2_A) และการทดสอบค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของเมล็ดเต็มที่มีหางและเมล็ดลีบที่มีหางโดยใช้ค่าไคสแควร์ (Chi-square; χ^2_B) ที่ปลูกปี พ.ศ. 2557

No. of Hill	Panicle length (cm)	No. Panicles/hill	χ^2_A (% of Panicles/hill)				Means (% in panicle)		χ^2_B Values
			NS	ASF	ASUF	NA	ASF	ASUF	
1	19.40	10	40	20	0	40	5.01	0.77	7.20**(H)
2	21.76	19	36.84	21.05	0	42.11	12.42	1.91	7.07**(H)
3	23.66	5	60	20	0	20	12.29	4.31	3.50 ns
4	20.79	19	63.16	10.53	0	26.32	4.43	2.31	1.72 ns
5	21.17	19	31.58	36.84	0	31.58	11.11	0.42	9.31**(H)
6	22.30	9	77.78	11.11	0	11.11	5.92	1.36	2.35 ns
7	20.20	23	43.47	21.74	13.04	21.74	19.05	13.99	7.05**(H)
8	22.69	41	36.59	24.39	0	39.02	16.41	1.15	10.65**(H)
9	23.77	18	27.78	0	0	72.22	0.62	0	1.53 ns
10	22.58	18	27.78	11.11	0	61.11	5.85	2.63	4.87 * (H)
11	24.54	40	27.50	50	0	22.50	22.59	4.60	21.95**(H)
12	19.37	32	40.62	9.38	0	50	8.13	0.97	2.75 ns
13	19.25	21	52.38	9.52	4.76	33.33	4.75	0.15	2.52 ns
14	23.78	21	52.38	14.29	0	33.33	8.30	0.80	12.21**(H)
15	19.86	16	18.75	6.25	0	75	1.90	0	5.05*(H)
16	18.47	6	0	33.33	0	66.67	58.28	6.72	36.00**(H)
17	20.74	16	43.75	6.25	0	50	6.06	6.08	1.03 ns
18	22.09	11	63.63	9.09	0	27.27	6.55	0.25	7.91**(H)
19	21.41	11	54.55	36.36	0	9.09	11.25	2.26	6.34*(H)
20	22.42	13	61.54	23.08	0	15.38	8.40	3.32	3.57 ns
21	20.49	16	37.50	0	0	62.50	1.06	0.77	1.21 ns
Mean	21.46	18.29	42.74	17.82	0.85	38.58	10.97	2.61	
SE	1.71	9.61	17.86	12.97	2.97	20.04	12.23	3.26	
% ASF = 57.14; % ASUF = 0 ; % NS = 42.86 ; % NA = 0									

ASF = awn seeds in filled seeds; ASUF = awn seeds in unfilled seeds; NS = not significant at the 0.05 probability level; NA = not detectable (not found awned seed in panicles); ** (H) = higher percent of ASF than ASUF at 0.01 probability level; SE = standard error of means.

ข้อมูลข้าวไร่พันธุ์แพทอโกปีปลูกปี พ.ศ. 2558

ปลูกโดยคุณพ็อกว่า จันทรอุปถัมภ์

ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอื่น ๆ ที่สำคัญในแปลงปลูกโดยใช้การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) หรือค่า r ขณะที่ระหว่างลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้กับผลผลิตใช้การศึกษารีเกรสชัน โดยการวัดค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination) หรือค่า R square (r^2) (Young, 2000) ทั้งนี้ตามทฤษฎีกล่าวว่าค่า R square ควรมีค่าอย่างน้อย 0.75 (Haaland, 1989) อย่างไรก็ตามถ้าตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนมากค่า R square ก็อาจลดลงได้

ทั้งนี้มีการศึกษาปี พ.ศ. 2558 นี้ได้ทำการแยกข้อมูลต่อกอและต่อรวงสำหรับข้าวที่ได้มาจากการปลูกเมล็ดมีหางและเมล็ดไม่มีหาง และแบบรวมข้อมูลจากเมล็ดปี พ.ศ. 2557 (ตารางที่ 10-15)

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเมล็ดรวมรายกอพบว่าทุกลักษณะศึกษาส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ค่าที่สูงที่สุดคือระหว่างผลผลิตกับจำนวนรวงต่อกอ รองลงมาคือกับต้นต่อกอ ความสูงต้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดรวง (0.6115, 0.3623, 0.2860 และ 0.1922) ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ขณะที่ระหว่างลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ พบว่าทุกลักษณะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นระหว่างจำนวนต้นต่อกอและเปอร์เซ็นต์การเกิดรวงที่พบค่าเป็นลบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่าที่สูงที่สุด ได้แก่ จำนวนต้นต่อกอและจำนวนรวงต่อกอ (0.8284) ขณะที่ความสูงพบความสัมพันธ์กับลักษณะอื่น ๆ มีค่าปานกลาง (ตารางที่ 10)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของเมล็ดรวมรายรวงพบว่าทุกลักษณะศึกษาส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ R -square ที่สูงที่สุดคือระหว่างผลผลิตกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ รองลงมาคือกับจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 100 เมล็ด ตามลำดับ (0.5202, 0.2396, 0.0602) (ตารางที่ 11) ขณะที่ระหว่างลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ พบว่ามีเพียงหนึ่งคู่ที่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ในทางลบ ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 100 เมล็ด (-0.1386) (ตารางที่ 11)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ในกลุ่มเมล็ดมีหางรายกอพบว่าทุกลักษณะศึกษาส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ค่าที่สูงที่สุดคือ R square ระหว่างผลผลิตกับจำนวนรวงต่อกอ รองลงมาคือจำนวนต้นต่อกอ เปอร์เซ็นต์การเกิดรวง และความสูงต้น (0.6115, 0.4013, 0.1716 และ 0.1697) (ตารางที่ 12) ขณะที่ระหว่างลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ พบว่าทุกลักษณะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นระหว่างจำนวนต้นต่อกอและเปอร์เซ็นต์การเกิดรวง (-0.1025) สำหรับค่าที่สูงที่สุด ได้แก่ จำนวนต้นต่อกอและจำนวนรวงต่อกอ (0.8068) (ตารางที่ 12)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ในกลุ่มเมล็ดมีหางรายรวงพบว่าทุกลักษณะศึกษาส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ค่าที่สูงที่สุดคือ R square ระหว่างผลผลิตกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ รองลงมาคือน้ำหนัก 100 เมล็ด (0.5108 และ 0.2579) ตามลำดับ (ตารางที่ 13) ขณะที่ระหว่างลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบกับจำนวนเมล็ด (0.1849) เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบกับน้ำหนัก 100 เมล็ด (-0.2772) และระหว่างจำนวนเมล็ดต่อรวงกับน้ำหนัก 100 เมล็ด (-0.2337) (ตารางที่ 13)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของกลุ่มเมล็ดไม่มีหางรายกพบว่าทุกลักษณะศึกษาส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ค่าที่สูงที่สุดคือ R square คือระหว่างผลผลิตกับจำนวนรวงต่อกอ รองลงมาคือกับความสูง จำนวนต้นต่อกอ และเปอร์เซ็นต์การเกิดรวง (0.5605, 0.4041, 0.3298 และ 0.1997) ตามลำดับ (ตารางที่ 14) ขณะที่ระหว่างลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ พบว่าทุกลักษณะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นระหว่างจำนวนต้นต่อกอและเปอร์เซ็นต์การเกิดรวง (0.0108) สำหรับค่าที่สูงที่สุดได้แก่ ระหว่างจำนวนต้นต่อกอกับจำนวนรวงต่อกอ (0.8458) (ตารางที่ 14)

จากการศึกษาความสัมพันธ์รายรวงพบว่ามี 2 ลักษณะศึกษาที่ส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ (0.5264) และ จำนวนเมล็ดต่อรวง (0.4065) (ตารางที่ 15) ขณะที่ระหว่างลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรและค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R square; R^2) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตต่อกอของข้าวไร่แบบรวมทั้งเมล็ดมีหางและไม่มีหางจากการแยกในปี พ.ศ. 2557 มาปลูกในปี พ.ศ. 2558 (ข้อมูลกอ)

	ความสูง (รวบใบ) X1	จำนวนต้นต่อ กอ X2	จำนวนรวงต่อ กอ X3	% เกิดรวง X4	ผลผลิตต่อกอ
X1	1	0.3258 **	0.3984 **	0.2016 **	0.2860 **
X2		1	0.8284 **	-0.0384 ns	0.3623 **
X3			1	0.4821 **	0.6115 **
X4				1	0.1922 **
ผลผลิตต่อกอ					1

ใช้ค่า R square (Young, 2000) ทั้งนี้ควรมีค่าน้อยกว่า 0.75 (Haaland, 1989) อย่างไรก็ดีตามถ้าตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามากค่า R square ก็อาจลดลงได้

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

df (n-2) = 244; (r table, 0.05 = 0.1302; 0.01 = 0.1705)

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรและค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R square; R^2) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตต่อรวงของข้าวไร่แบบรวมทั้งเมล็ดมีหางและไม่มีหางจากการแยกในปี พ.ศ. 2557 มาปลูกในปี พ.ศ. 2558 (ข้อมูลรวง)

	% เมล็ดลีบ	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด	ผลผลิตต่อรวง
	X1	X2	X3	Y
X1	1	0.0352 ns	-0.0179 ns	0.5202 **
X2		1	-0.1386 *	0.2396 **
X3			1	0.0602 **
Y				1

*. ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

df (n-2) = 244; (r table, 0.05 = 0.1302; 0.01 = 0.1705)

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรและค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R square; R^2) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตต่อกอของข้าวไร่เมล็ดมีหางจากการแยกในปี พ.ศ. 2557 มาปลูกในปี พ.ศ. 2558 (ข้อมูลกอ)

	ความสูง (รวบใบ)	จำนวนต้นต่อ	จำนวนรวงต่อ	% เกิดรวง	ผลผลิตต่อกอ
	X1	กอ	กอ	X4	
		X2	X3		
X1	1	0.2546 **	0.3312 **	0.2070 *	0.1697 **
X2		1	0.8068 **	-0.1025 ns	0.4013 **
X3			1	0.4682 **	0.6615 **
X4				1	0.1716 **
ผลผลิตต่อกอ					1

*. ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

df (n-2) = 125; (r table, 0.05 = 0.1770; 0.01 = 0.2312)

ตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรและค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R square; R^2) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตต่อรวงของข้าวไร่เมล็ดมีหางจากการแยกในปี พ.ศ. 2557 มาปลูกในปี พ.ศ. 2558 (ข้อมูลรวง)

	% เมล็ดลีบ	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด	ผลผลิตต่อรวง
	X1	X2	X3	Y
X1	1	0.1849 *	-0.2772 **	0.5108 **
X2		1	-0.2337 **	0.1213 **
X3			1	0.2579 **
Y				1

*, ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

df (n-2) = 125; (r table, 0.05 = 0.1770; 0.01 = 0.2312)

ตารางที่ 14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ระหว่างลักษณะลักษณะทางการเกษตรและค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R square; R^2) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตต่อกอของข้าวไร่เมล็ดไม่มีหางจากการแยกในปี พ.ศ. 2557 มาปลูกในปี พ.ศ. 2558 (ข้อมูลกอ)

	ความสูง (รวบใบ)	จำนวนต้นต่อ	จำนวนรวงต่อ	% เกิดรวง	ผลผลิตต่อกอ
	X1	กอ	กอ	X4	
		X2	X3		
X1	1	0.3880 **	0.4575 **	0.1895 *	0.4041 **
X2		1	0.8458 **	0.0108 ns	0.3298 **
X3			1	0.4876 **	0.5605 **
X4				1	0.1997 **
ผลผลิตต่อกอ					1

*, ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

df (n-2) = 115; (r table, 0.05 = 0.1840; 0.01 = 0.2403)

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ระหว่างลักษณะลักษณะทาง การเกษตรและค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R square; R^2) ระหว่างลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิตต่อ ไร่ของข้าวไร้มีหน้างจากปี พ.ศ. 2557 มาปลูกในปี พ.ศ. 2558 (ข้อมูลรวม)

	% เมล็ดลีบ	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด	ผลผลิตต่อไร่
	X1	X2	X3	Y
X1	1	-0.1422 ns	0.1251 ns	0.5264 **
X2		1	-0.1018 ns	0.4065 **
X3			1	0.0198 ns
Y				1

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

df (n-2) = 115; (r table, 0.05 = 0.1840; 0.01 = 0.2403)

ผลการศึกษาข้อมูลของข้าวกลุ่มมีหน้างและไม่มีหน้าง (จากปี พ.ศ. 2557) ที่นำมาปลูกปี พ.ศ. 2558 ศึกษาจากทั้งหมด 21 กอ เปรียบเทียบโดย T-test พบว่าทุกลักษณะไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างข้าวที่ปลูก จากกลุ่มที่คัดเมล็ดมีหน้างและเมล็ดไม่มีหน้าง (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มเมล็ดที่คัดจากเมล็ดมีหน้างและไม่มีหน้างจากปี พ.ศ. 2557 ปลูกศึกษาในปีพ.ศ. 2558

ลักษณะ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD เมล็ดกลุ่มมีหน้าง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD เมล็ดกลุ่มไม่มีหน้าง	P-value (T-test)
ความสูงถึงฐานรวง (ซม.)	97.92 $\pm$ 7.89	96.84 $\pm$ 9.35	0.7086 (ns)
ความสูงรวบใบ (ซม.)	126.85 $\pm$ 6.07	124.87 $\pm$ 8.12	0.4054 (ns)
จำนวนต้นต่อกอ	25.54 $\pm$ 4.72	26.55 $\pm$ 7.65	0.6372 (ns)
จำนวนรวงต่อกอ	19.40 $\pm$ 5.74	20.38 $\pm$ 7.41	0.6600 (ns)
เปอร์เซ็นต์รวงต่อกอ	76.01 $\pm$ 15.92	78.83 $\pm$ 13.39	0.5695 (ns)
ผลผลิตต่อกอ (กรัม)	29.69 $\pm$ 13.59	29.84 $\pm$ 13.92	0.9738 (ns)
น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม)	2.10 $\pm$ 0.46	2.11 $\pm$ 0.61	0.9840 (ns)
เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ	38.12 $\pm$ 13.32	34.98 $\pm$ 10.78	0.4410 (ns)
จำนวนเมล็ดต่อรวง	189.50 $\pm$ 30.14	180.14 $\pm$ 23.80	0.3083 (ns)
น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	1.81 $\pm$ 0.2335	1.88 $\pm$ 0.68	0.6859 (ns)

วิจารณ์ผลการวิจัย

เรื่องที่ 1 ให้ความรู้เรื่องการกลายพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม และการคัดเลือกข้าวไร่แก่เกษตรกร

จากการพบการกระจายของข้าวมีหางในแปลง ร่วมกับความแตกต่างของความสูงและการหักล้ม จึงสมมุติฐานว่าความแตกต่างดังกล่าวเหล่านี้มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากอิทธิพลของพันธุกรรม (Ma et al., 2004; Li et al., 2009; Zhang et al., 2009) รวมทั้งอาจเป็นอิทธิพลร่วมกันระหว่างพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม (Guo et al., 2003; Yang et al., 2009) เช่น ฝน ลม เป็นต้น ซึ่งการที่การหักล้มขึ้นกับหลายปัจจัยทำให้มีค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมหรือค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ (low heritability) นั้นหมายถึงการเข้าไปคัดเลือกให้ประสบความสำเร็จทำได้ค่อนข้างยาก (Torre et al., 2011)

อย่างไรก็ตามหากการหักล้มมีอิทธิพลเนื่องมาจากพันธุกรรมแล้ว การเข้าไปคัดเลือกก็มีโอกาสประสบความสำเร็จเช่นเดียวกัน ด้วยเหตุนี้การให้ความรู้เรื่องการกลายพันธุ์เนื่องจากการผสมข้ามจึงเป็นประเด็นหนึ่งที่มีการนำมาให้ความรู้กับเกษตรกร ซึ่งเป็นโอกาสที่เกษตรกรจะมีส่วนเข้าไปคัดเลือกพันธุกรรมที่ต้องการเช่นกัน โดยใช้การคัดเลือกแบบหมู่ คือการคัดจากต้นที่มีลักษณะที่ต้องการแล้วนำมาเมล็ดมารวมกันเพื่อมุ่งหวังให้ประชากรใหม่มีลักษณะตามที่ต้องการ จากผลการศึกษาที่พบค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวไร่หลังการคัดเลือก (ตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3) มีค่าน้อยกว่าความสูงก่อนการคัดเลือก (ตารางที่ 1 และตารางที่ 3) ซึ่งน่าจะส่งผลต่อการไม่ล้มของต้นข้าว เพราะการมีต้นเตี้ยลงร่วมกับการมีฐานต้นเช่นข้อปล้องที่แข็งแรงจะส่งผลให้สามารถต้านทานต่อการหักล้มได้ในข้าว (Quang Duy et al., 2004)

อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2556 เกษตรกร ได้แก่ คุณจำปา จันทรอุปถัมภ์ มีการนำข้าวไร่หลายพันธุ์ นอกเหนือจากพันธุ์แพทอโรบิที่เข้าร่วมคัดเลือกในปี พ.ศ. 2555 มาปลูกร่วมกัน แต่เนื่องจากแปลงที่ปลูกมีประวัติเคยทำนาหว่านมาก่อน ทำให้มีปัญหาวัชพืชค่อนข้างรุนแรง ท้ายที่สุดพบว่าพันธุ์แพทอโรบิเป็นพันธุ์ที่สามารถเก็บข้อมูลและผลผลิตได้บางส่วน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชได้ค่อนข้างสูง ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ ไม่สามารถขึ้นแข่งขันและอยู่รอดได้ และในพื้นที่ป่าละอูพบการรุกรานของช้างป่าที่เข้ามาหาอาหารกินในพื้นที่ของชาวบ้านรวมทั้งแปลงที่ทำการศึกษาด้วย ทำให้พบทั้งข้าวหักล้มจำนวนมาก ซึ่งทำให้ยากในการระบุความสามารถในการต้านทานการหักล้มของข้าวเทียบระหว่างสองปีปลูกที่ทำการประเมินร่วมกัน สำหรับลักษณะที่ประเมินได้ในแปลงเกษตรกร ปีพ.ศ. 2556 ที่มีการเก็บข้อมูลเป็นรายกอ คือ จำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ ความยาวรวง และค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดรวงต่อหน่อมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลรายกอจากปีปลูก พ.ศ. 2555 ด้วยเหตุนี้จึงอาจประเมินได้ถึงความก้าวหน้าโดยอ้อมสำหรับลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้จากการคัดเลือกความสูงและการไม่ล้มของข้าวไร่ โดยทุกลักษณะที่กล่าวมาล้วนเป็นลักษณะที่สามารถใช้ในการคาดการณ์ผลผลิตของข้าวไร่ (Khan et al., 2009; Fageria et al., 2011)

เรื่องที่ 2 ประเมินผลของการคัดเลือกข้าวไร่ในแปลงปลูกของเกษตรกรโดยอาศัยลักษณะการมี/ไม่มีหาง ข้อมูลข้าวไร่พันธุ์แพทอโกบิปลูกปี พ.ศ. 2556

สำหรับสองลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การเติมเต็มเมล็ดและเปอร์เซ็นต์การพบเมล็ดมีหางไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติจากการศึกษาความสัมพันธ์ทางตรงระหว่างกัน (-0.1440) แต่พบความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบและเปอร์เซ็นต์เมล็ดไม่มีหางในเมล็ดลีบ (0.1462) (ตารางที่ 4) สิ่งที่เป็นความสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ ซึ่งการเป็นหมัน (sterile spikelet) และการมีหางของเมล็ดนี้ต่างพบว่ามีค่าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสูงในข้าว (94 และ 100 เปอร์เซ็นต์สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างตามลำดับ) (Prasad et al., 2013; Ogunbayo et al., 2014) ดังนั้นการไม่พบนัยสำคัญทางสถิติของความสัมพันธ์จึงอาจบ่งชี้ได้ว่าลักษณะทั้งสองนี้ไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งคู่

การพบเปอร์เซ็นต์เมล็ดกลุ่มที่มีหางยาวที่สุด (L4) มีค่าความสัมพันธ์สูงกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มมีหาง ขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่มีหางสั้นที่สุด (L1) มีค่าความสัมพันธ์น้อยที่สุดกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มมีหาง (ตารางที่ 4) นั้น อาจแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางบวกเล็กน้อยระหว่างการมีหางและโอกาสในการพบเมล็ดเต็มของข้าว จากการมีหางของเมล็ดที่มีรายงานว่าถูกควบคุมโดยยีนเด่น (dominant gene) (Hu et al., 2011; Luo et al., 2013; Hua et al., 2015) ซึ่งการมีหางยาวอาจเกิดจากผลของการผสมข้ามระหว่างข้าวพันธุ์ป่า (มีรายงานว่าข้าวป่าเป็นบรรพบุรุษของข้าวพันธุ์ปลูกของเอเชีย) และข้าวสปีชีส์ที่เป็นข้าวปลูก ซึ่งจะให้ลูกที่มีจีโนไทป์ที่เป็นพันธุ์ทางหรือเฮเทอโรไซกัส (heterozygous) ในช่วงต้น ๆ ของการกระจายพันธุ์ (Izawa et al., 2009; Huang et al., 2012) อย่างไรก็ตามมีเพียงเมล็ดที่มีหางสั้นลงที่พบในช่วงที่ทำการศึกษานี้ จึงอาจหมายถึงการเข้าสู่ช่วงท้าย ๆ ของการกระจายลักษณะมีหางของข้าว ประกอบกับการพบความถี่สูงสุดในกลุ่มเมล็ดมีหางที่มีหางยาวที่สุด (L4) อาจบ่งชี้ได้ว่าการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ skewness หรือเบ้ ซึ่งผลการศึกษานี้อาจสามารถบ่งชี้ได้ถึงการแสดงออกของยีนที่เป็นแบบข่ม อย่างไรก็ตามการแม้มจะมีการจัดความยาวหางของเมล็ดเป็น 4 กลุ่ม (L1-L4) แต่เมล็ดมีหางทั้งหมดที่พบการมีหางยังนับว่าเป็นหางสั้น ทั้งนี้สามารถสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าช่วงของการกระจายพันธุกรรมการมีหางของเมล็ดอาจเป็นช่วงหลัง ๆ ซึ่งผลของการข่มของยีนในสภาพการเป็นพันธุ์ทางอาจมีค่าลดลง นอกเหนือจากการมีหางข้าวสั้นลงจำนวนเมล็ดที่พบการมีหางก็พบน้อยลงด้วยในช่วงดังกล่าวนี้ ซึ่งการมีหางมีรายงานว่าเป็นอัลลีลเด่น และหมายถึงการไม่มีหางในเมล็ดข้าวเป็นอัลลีลด้อย (Hu et al., 2011; Luo et al., 2013; Hua et al., 2015) ด้วยเหตุนี้จึงเป็นไปได้ว่าผลของการข่มอาจหายไปในช่วงหลัง ๆ ได้เนื่องจากการลดลงของความถี่ของจีโนไทป์ที่เป็นพันธุ์ทางในพืชผสมตัวเอง

การพบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของหางข้าวกลุ่มต่าง ๆ (ระหว่าง L2-L4) ที่เป็นแบบบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) บ่งชี้ได้ถึงความต่อเนื่องของลักษณะซึ่งเป็นคุณลักษณะหนึ่งของลักษณะปริมาณ (quantitative character) ซึ่งการมีหางยาวในข้าวป่าได้มีการรายงานว่าถูกควบคุมโดยยีนที่เป็นลักษณะปริมาณ (Wang et al., 2011; Luo et al., 2013) โดยพบตำแหน่งยีนที่เกี่ยวข้องกับการมีหางอยู่บนโครโมโซมที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งควบคุมความยาวหางด้วยอิทธิพลของยีนแบบบวก (additive gene effect) (Hu et al., 2011).

สำหรับการศึกษาสองลักษณะ (การมีหางและการเติมเต็มเมล็ด) ไปพร้อมกัน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การพบเมล็ดมีหางในทั้งเมล็ดเต็มเมล็ดสลับเป็นไปตามการตั้งสมมติฐาน คือหากการมีหางไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเติมเต็มเมล็ดแล้ว สัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ในการพบเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มและเมล็ดสลับควรมีสัดส่วนเท่ากัน การเป็นเมล็ดสลับอาจเป็นผลทั้งจากการเป็นหมันหรือการไม่เติมเต็มเมล็ด ซึ่งถือว่ามีความซับซ้อนทั้งสองสาเหตุ โดยเฉพาะการเป็นหมันของเมล็ดข้าวนี้ มีรายงานว่าได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย (Nagata et al., 2001; Takai et al., 2005) ตัวอย่างเช่น ความผิดปกติในการผลิตเรณู (pollen grains) ที่สามารถทำงานได้ หรือการมีองค์ประกอบระหว่างเกสรเพศผู้ (stamen ที่ประกอบด้วยอับเรณูและก้านชูอับเรณู) ที่เป็นอุปสรรคในการการแตกของอับเรณูตามธรรมชาติ (anther dehiscence) และ/หรือ การผลิตเรณูได้ต่ำ ซึ่งจะทำให้การงอกของเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ได้น้อย (Matsui et al., 2001; Prasad et al., 2006; Itabashi et al., 2011) ความผิดปกติที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดก่อนระยะการออกดอก (anthesis and fertilization) ขณะที่การเติมเต็มเมล็ดนี้มีความซับซ้อนเพราะเกี่ยวข้องทั้งการสังเคราะห์แสงของใบที่เกิดขึ้นในระยะการเติมเต็มเมล็ดและการสะสมทั้งคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่ส่วนของโครงสร้างในลำต้นและใบในระยะก่อนการออกรวง (Sumi et al., 1996; Nagata et al., 2001; Samonte et al., 2001; Takai et al., 2005)

ในการศึกษาครั้งนี้มีฝนตกระหว่างการปลูกข้าวไร่ในแปลงของเกษตรกรระหว่าง 61.3 มิลลิเมตร ในเดือนกรกฎาคม ถึง 337.4 มิลลิเมตร ในเดือนตุลาคม ในปี พ.ศ. 2556 การมีปริมาณน้ำฝนที่ไม่เพียงพอตลอดฤดูปลูกจะกระทบต่อการสร้างรวงและการเปลี่ยนแปลงในส่วนของดอก (Barlow et al., 1977; Barnabás et al., 2008) ในกรณีของธัญพืช การขาดน้ำจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของใบ (Saini, 1997) ทำให้เพิ่มการเป็นหมันของเรณูส่งผลกระทบต่อความผิดปกติของการสร้างไมโครสปอร์ (microsporogenesis) และไมโครแกมีท (microgametogenesis) (Saini et al., 1984; Barnabás et al., 2008) การมีช่วงของการเติมเต็มเมล็ดที่สั้นมีรายงานว่า เป็นผลมาจากการขาดน้ำในระยะของการเติมเต็มเมล็ด (Barnabás et al., 2008)

จากการเก็บข้อมูล 395 รวง (31 กอ) (ตารางที่ 5) พบว่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มมีค่าสูงกว่าในเมล็ดสลับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มโอกาสในการพบเมล็ดมีหางเป็นเมล็ดเต็มสูงกว่าการเป็นเมล็ดสลับในประชากรศึกษา และจากการจัดกลุ่มรวงทั้งหมด พบว่ารวงที่ไม่มีความแตกต่างระหว่างการพบสัดส่วนของเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มและในเมล็ดสลับมีค่าเท่ากับ 45.95 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากไม่พบการมีข้าวมีหางในรวงนั้น ๆ มีค่าเท่ากับ 42.61 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) จึงอาจสนับสนุนสมมติฐานการถูกคัดทิ้งโดยธรรมชาติของลักษณะการมีหางในเมล็ดข้าวไร่และเป็นชั่วหลัง ๆ ของการกระจายทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าว เช่น เกิดการร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว เป็นต้น อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่ยังพบการมีหางของเมล็ดพบว่าเปอร์เซ็นต์รวงที่พบว่าการมีสัดส่วนของเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มมีค่าสูงกว่าที่เป็นเมล็ดสลับ (9.09 และ 1.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) รวงทั้งเมื่อประเมินค่าเฉลี่ยในแต่ละรวงแล้วพบว่ามีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มมีหาง สูงกว่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดสลับมีหาง (14.04 และ 4.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) หรือเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์กอที่ศึกษาแล้วก็พบว่ามีโอกาสพบเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มสูงกว่าในเมล็ดสลับ เช่นกัน (80.65 และ 3.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 6)

ข้อมูลข้าวไร่พันธุ์แพทอโกปีปลูกปี พ.ศ. 2557

สำหรับอีกสองลักษณะที่ทำการศึกษาค่าเฉลี่ยสัดส่วน ASF และ ASUF ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยภายในแต่ละรวง (χ^2_B) จากการศึกษาในปี พ.ศ. 2557 พบว่ามีค่า 10.97 และ 2.61 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งใกล้เคียงกับข้อมูลในปี พ.ศ. 2556 ในทั้งสองกลุ่ม (14.04 และ 4.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่าโอกาสในการพบสัดส่วนเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มสูงกว่าในกลุ่มของเมล็ดลีบ และการที่ค่าลดลงในทั้งสองกลุ่มในปี พ.ศ. 2557 อาจเป็นผลมาจากการเข้าช่วงหลัง ๆ ของการกระจายทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะดังกล่าวนี้ อย่างไรก็ตามการคัดเลือกสายต้นหรือสายรวงต่างสามารถปรับสัดส่วนฟีโนไทป์ของประชากรได้ โดยเป็นวิธีที่มุ่งหวังให้มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของจีโนไทป์ที่ต้องการในประชากร โดยเฉพาะหากลักษณะดังกล่าวนี้ไม่มีเชื่อมโยงกันกับยีนสำคัญอื่น ๆ บนโครโมโซมแบบที่เรียกว่า pleiotropic effects (Falconer and Mackay, 1996; Hartl and Clark, 1997; Breseghello, 2013) ซึ่งจากการศึกษาทั้งสองปีปลูกคือ ปี พ.ศ. 2556-2557 แม้มีโอกาสพบเมล็ดมีหางในเมล็ดเต็มสูงกว่าเมล็ดลีบแต่ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเมล็ดเต็มกับเมล็ดมีหาง

จากผลการทดสอบไคสแควร์พบว่าทั้งการพิจารณาเป็นเปอร์เซ็นต์รวงต่อกอ (χ^2_A) หรือเปอร์เซ็นต์กอ (χ^2_B) ต่างพบว่ากลุ่ม ASF หรือกลุ่มที่พบการมีหางในเมล็ดเต็มมีค่าสูงกว่ากลุ่ม ASUF หรือกลุ่มที่พบการมีหางในเมล็ดลีบ (ตารางที่ 9)

ข้อมูลข้าวไร่พันธุ์แพทอโกปีปลูกปี พ.ศ. 2558

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบรายกอ ทั้งการวิเคราะห์แบบรวม วิเคราะห์เฉพาะเมล็ดมีหาง และไม่มีหาง พบว่าทุกลักษณะในแปลงที่ทำการศึกษาส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยจำนวนรวงต่อกอมีความสัมพันธ์กับผลผลิตที่สุดรองลงมาคือจำนวนต้นต่อกอ (ตารางที่ 10, 12, 14) การศึกษาอิทธิพลทั้งสองลักษณะนี้ต่อผลผลิตเพราะการเกิดรวงในแต่ละหน่อ (ต้น) มีความสำคัญต่อการผลิตข้าวไร่ โดยเฉพาะเกิดจากปัญหาขาดน้ำ ด้วยเหตุนี้การที่พืชแม้จะมีการแตกหน่อแต่ยังคงพบว่ามีบางหน่อไม่สามารถสร้างรวงได้ เนื่องจากพืชเมื่อขาดน้ำจะไม่สามารถสร้างอาหารได้เพียงพอสำหรับกระบวนการสังเคราะห์แสงและส่งผลต่อการความสามารถในการดูดน้ำเพื่อการเตรียมอาหารและส่งต่อไปยังการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญต่าง ๆ (Zubarer et al., 2007) ส่งผลกระทบต่อการสร้างรวง (Mostajeran and Rahimi-Eichi, 2009) ด้วยเหตุนี้จำนวนรวงต่อกอจึงเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ (Mostajeran and Rahimi-Eichi, 2009)

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ทำการวิเคราะห์รวมรายรวงพบว่าทุกลักษณะศึกษาส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ค่า R-square ที่สูงที่สุดคือระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบกับผลผลิต (0.5202) อาจเป็นเพราะในการปลูกข้าวไร่การมักพบปัญหาเมล็ดลีบหรือเปอร์เซ็นต์การเกิดเมล็ดลีบเป็นหนึ่งในลักษณะสำคัญที่ใช้ในการบ่งชี้ความแตกต่างและศักยภาพของข้าวไร่เช่นเดียวกับการสร้างหน่อที่สามารถเกิดรวงได้ (productive tillers) (Temanel et al., 2011; Wei et al., 2011) (ตารางที่ 11)

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเปรียบเทียบรายระหว่างกลุ่มเมล็ดมีหางและไม่มีหางที่แยกมาปลูกในปี พ.ศ. 2558 พบผลแตกต่างกันในข้าวมีหางทุกลักษณะศึกษารวมทั้งน้ำหนักเมล็ดส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ขณะที่ข้าวไม่มีหางพบเฉพาะลักษณะเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบและจำนวนเมล็ดต่อรวงที่ส่งผลต่อผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13 และ 15)

ผลการเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของข้าวกลุ่มมีหางและกลุ่มไม่มีหางที่ถูกคัดเลือกจากปีปลูก พ.ศ. 2557 ที่นำมาปลูกในปี พ.ศ. 2558 โดยใช้การทดสอบ T-test พบว่าทุกลักษณะไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16) ผลผลิตต่อรวงในปีปลูก พ.ศ. 2558 มีค่าลดลงเมื่อเทียบจากประชากรก่อนหน้า (ปี 2557)(1.88 กรัมต่อรวง)(ตารางที่ 8) ซึ่งเมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ แล้ว จำนวนเมล็ดต่อรวงมีค่าเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีค่าลดลงซึ่งน่าจะส่งผลดีต่อประชากรลูกที่คิดไว้ แต่พบว่าน้ำหนักกลับมีค่าลดลง ด้วยเหตุนี้อาจกล่าวได้ว่าการที่ประชากรลูกหลังการคัดเมล็ดทั้งกลุ่มเมล็ดมีหางและไม่มีหาง มีผลผลิตลดลงจากประชากรเดิมในปี 2557 น่าจะเป็นผลมาจากการมีน้ำหนักเมล็ดที่ลดลงในทั้งสองกลุ่ม การที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นผลทั้งจากประเด็นการขาดน้ำในช่วงของฤดูกาลปลูกที่เกี่ยวข้องทั้งระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และระยะการติดเมล็ด หรืออาจเกี่ยวข้องกับประเด็นการมีหางที่ลดลงในประชากรชั่วหลัง ๆ แต่อย่างไรก็ตาม ในประเด็นหลังนี้เป็นเพียงสมมุติฐานที่อาศัยข้อมูลการสังเกตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-2558

จากผลการศึกษาในการปลูกข้าวไร่ของเกษตรกร ข้าวไร่มีโอกาสเกิดการผสมข้ามได้ทั้งกับข้าวป่าที่ให้ลูกเรียกว่าข้าววัชพืชและผสมข้ามกับข้าวปลูกหรือข้าวพื้นเมืองอื่น ๆ (Lu and Snow, 2005; Noldin et al., 2002; Shivrain et al., 2009) เนื่องจากพบว่าแม้ข้าวจัดอยู่ในกลุ่มพืชผสมตัวเอง (Stewart et al., 1997) แต่มีเปอร์เซ็นต์การผสมข้ามเช่นกันและพบรายงานการผสมข้ามตั้งแต่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ (Chen et al., 2004; Shivrain et al., 2006) ไปจนถึงกว่า 52 เปอร์เซ็นต์ (Langevin et al., 1990) และมีหลายปัจจัยที่บ่งชี้โอกาสเกิดการผสมข้าม เช่น ช่วงการบานของดอก การเข้ากันได้ทางพันธุกรรม การกระจายของละอองเกสร สัณฐานของดอก และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ของทั้งสองฝั่ง (Lu et al., 2003; Lu and Snow, 2005; Shivrain et al., 2009) โดยเฉพาะข้าวไทยซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มข้าว indica ที่มีรายงานการผสมข้ามกับข้าวป่าสูงกว่าระหว่างข้าวในกลุ่ม japonica กับข้าวป่า (Oka, 1988; Shivrain et al., 2006) ทำให้สามารถพบการกระจายของลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งการมีหางบนเมล็ดข้าวที่เป็นผลมาจากการผสมข้ามนั้น ด้วยเหตุนี้ข้อมูลการศึกษานี้สามารถนำไปถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรให้เกิดประโยชน์ได้เช่นเดียวกัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีหาง/ไม่มีหาง และเป็นเมลิ็ดเต็ม/เมลิ็ดลิบ หรือน้ำหนักเมลิ็ดทั้งที่ไม่มีหางและมีหางสั้น แม้จะพบว่าไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยตรง แต่ในการประเมินสัดส่วนความสอดคล้องกันกันโดยการทดสอบไคสแควร์พบว่ามีโอกาสพบเมลิ็ดข้าวมีหางที่เป็นเมลิ็ดเต็มมากกว่าเป็นเมลิ็ดลิบ และผลการประเมินนี้มีค่าลดลงตามปีหลัง ๆ ที่ทำการศึกษา ด้วยเหตุนี้หากไม่พิจารณาลักษณะอื่น ๆ เช่น คุณภาพแป้งแล้ว เกษตรกรปลูกาเกอะญอ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและเก็บเมลิ็ดทั้งมีหางและไม่มีหางเหล่านั้นเพื่อใช้เป็นเมลิ็ดพันธุ์ปลูกในฤดูกาลต่อไปได้ และเมื่อทำการทดสอบคัดแยกเมลิ็ดสองกลุ่ม คือกลุ่มเมลิ็ดมีหางและไม่มีหางเพื่อปลูกในปีต่อไปแล้วพบว่าทุกลักษณะทางการเกษตรที่ศึกษารวมทั้งผลผลิตรวม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้งสองกลุ่ม

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของข้าวไร่เพียงพันธุ์เดียว คือ พันธุ์แพทอโกบี ซึ่งการแสดงออกทางของลักษณะต่าง ๆ เป็นอิทธิพลของทั้งพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งอาจเกิดจากปฏิกิริยาร่วมของทั้งสองปัจจัย ด้วยเหตุนี้การสรุปพฤติกรรมการแสดงออกของลักษณะการมีหาง รวมทั้งความสัมพันธ์ต่อลักษณะต่าง ๆ อาจไม่เพียงพอในการนำไปสรุปเป็นภาพรวมสำหรับทุกพันธุ์กรรมของข้าวไร่ ด้วยเหตุนี้ในส่วนของนักวิจัย การศึกษา ติดตามการเปลี่ยนแปลงของลักษณะจึงควรดำเนินการหลากหลายพันธุ์และควรเริ่มตั้งแต่ช่วงต้น ๆ ที่พบการกระจายทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. 2550. พันธุกรรมข้าวพื้นเมืองของกลุ่มชาติพันธุ์ ภายใต้โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 228 หน้า.
- จันทบูรณ์ สุทธิ. 2533. พฤติกรรมของชาวเขาที่มีต่อข้าว. ใน รายงานการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 5 วันที่ 7-8 กุมภาพันธ์ 2533 ณ อาคารเอนกประสงค์ ศูนย์วิจัยข้าว แพร่. หน้า 21-49.
- ฉวีวรรณ วุฒินาโน. 2543. ข้าวพื้นเมืองไทย. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.
- จิรวุฒิ เสนาคำ และพรพนา ก้วยเจริญ. 2539. พันธุกรรมข้าว: บทบาทการอนุรักษ์และพัฒนาโดยชุมชน. เครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือก. 134 หน้า.
- พรรณธิดา ณ เชียงใหม่. 2556ก. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 302 หน้า
- พรรณธิดา ณ เชียงใหม่. 2556ข. วิธีการคัดเลือกสำหรับพืชผสมตัวเอง หน้า 12-38 ใน เอกสารวิชาการ เรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและอนุรักษ์ความหลากหลายของเชื้อพันธุ์ข้าวปลูกและข้าวไร่เพื่อความมั่นคงด้านอาหารแก่เกษตรกรและชุมชน. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 99 หน้า
- วีรพันธ์ กันแก้ว. 2556. ข้าวไร่และข้าวปลูกในประเทศไทย หน้า 1-11 ใน เอกสารวิชาการ เรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและอนุรักษ์ความหลากหลายของเชื้อพันธุ์ข้าวปลูกและข้าวไร่เพื่อความมั่นคงด้านอาหารแก่เกษตรกรและชุมชน. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 99 หน้า
- Allard, R. W. 1960. Principle plant breeding. John Wiley & Sons, Inc. London.
- Barnabás, B., K. Jäger and A. Fahér, 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant, Cell and Environment 31:11-38.
- Barlow, E.W.R., R. Munns, N.S. Scott and A.H. Reisner. 1977. Water potential, growth and polyribosome content of the stressed wheat apex. Journal of Experimental Botany 28: 909-916.
- Breseghello, F. 2013. Traditional and modern plant breeding methods with examples in rice (*Oryza sativa* L.). J. Agri. Food Chem. 61: 8277-8286.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant breeding. Reinhold Publishing Corporation, a subsidiary of Chapman-Reinhold, Inc. 427 pp.
- Chen, L.J., D.S. Lee, Z.P. Song, H.S. Suh and B.R. Lu. 2004. Gene flow from cultivated rice (*Oryza sativa*) to its weedy and wild relatives. Ann. Bot. 93: 67-73.
- Dahlgren, R., H.T. Clifford and P.E. Yeo. 1985. The families of the monocotyledons. Structure, evolution and taxonomy. New York: Springer.

- Delatorre, C.A. 1999. Dormencia em sementes de arroz vermelho. *Ciencia Rural* 29: 565-571.
- Falconer, D. S. and T. F. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Pearson, London. UK. 464 pp.
- Federici, M.T., D. Vaughan, T. Norihiko, A. Kaga, X. W. Wang, K. Doi, M. Francis, G. Zorrilla and N. Saldain. 2001. Analysis of Uruguayan weedy rice genetic diversity using AFLP molecular markers. *Electronic Journal of Biotechnology* 4(3): 130-145.
- Ferrero, A. 2013. Weedy rice, biological features and control. FAO. [Online] Available:: <http://www.fao.org/docrep/006/y5031e/y5031e09.htm>, 15 November 2013.
- Ferrero, A. and A. Finassi. 1995. Viability and soil distribution of red rice (*Oryza sativa* L. var. *sylvatica*) seeds. In *Med. Fac. Landbouw., Rijksunv. Gent*. pp. 205-211.
- Ferrero, A. and F. Vidotto 1998. Germinability after flowering, shattering ability and longevity of red rice seeds. 6th EWRS Mediterranean Symposium 1998, Montpellier, 205-211.
- Gealy, D.R, N.E. Saldain and R.E. Talbert. 2000. Emergence of red rice (*Oryza sativa*) ecotypes under dry-seeded rice (*Oryza sativa*) culture. *Weed Tech.* 14: 406-412.
- Guo Y.H., S.G. Zhu, B.L. Zhang and H. Du. 2003. Influence of different cultivation conditions on biochemistry components of rice culms. *J Shenyang Agric Univ*, 34(1): 4–7. (in Chinese with English abstract)
- Haaland, P.D. 1989. Experimental design in biotechnology. Marcel Decker, NY, USA, pp. 64-70.
- Hayes, H.K., F.R. Immer and D.C. Smith. 1955. Methods of plant breeding. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Hu, G.L., D.L. Zhang, H.Q. Pan, B. Li, J.T. Wu, X.Y. Zhou, Q.Y. Zhang, L. Zhou, G.X. Yao , J.Z. Li, J.J. Li, H.L. Zhang and Z.C. Li. 2011. Fine mapping of the awn gene on chromosome 4 in rice by association and linkage analyses. *Chinese Science Bulletin* 56(9):835-839.
- Hua, L., D.R. Wang, L. Tan, Y. Fu, F. Liu, L. Xiao, Z. Zhu, Q. Fu, X. Sun, P. Gu, H. Cai, S.R. McCouch and C. Sun. 2015. LABA1, a domestication gene associated with long, barbed awns in wild rice. *The Plant Cell* 27(7):1875-1888.
- Huang, X., N. Kurata, X. Wei, Z.-X. Wang, A. Wang et al. 2012. A map of rice genome variation reveals the origin of cultivated rice. *Nature* 490:497-501.
- Itabashi, E., N. Iwata, S. Fujii, T. Kazama and K. Toriyama. 2011. The fertility restorer gene, Rf2, for Lead Rice-type cytoplasmic male sterility of rice encodes a mitochondrial glycine-rich protein. *The Plant Journal* 65:359-367.

- Izawa, T., S. Konishi, A. Shomura and M. Yano. 2009. DNA changes tell us about rice domestication, *Current Opinion in Plant Biology* 12:185-192.
- Khan, A. S., M. Imran and M. Ashfaq. 2009. Estimation of genetic variability and correlation for grain yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci.* 6(5): 585-590.
- Kjack, J.L. and R.S. Witters. 1974. Physiological activity of awns in isolines of Atlas barley. *Crop Science* 14: 243-248.
- Kwon, S.L., R.J. Smith, Jr. and R.E. Talbert. 1991. Interference of red rice (*Oryza sativa* L.) densities in rice (*Oryza sativa* L.). *Weed Sci.* 39: 197-174.
- Langevin, A.S., K. Clay and B.J. Grace. 1990. The incidence and effect of hybridization between cultivated rice and its related weed, red rice (*Oryza sativa* L.). *Evolution* 44: 1000-1008.
- Leopold, A. C., R. Glenister and M.A. Cohn. 1988. Relationship between water content and after-ripening in red rice. *Physiologia Plantarum* 74: 659-662.
- Li, H.J., X.J. Zhang, W.J. Li, Z.J. Xu and H. Xu. 2009. Lodging resistance in japonica rice varieties with different panicle types. *Chin J Rice Sci*, 23(2): 191–196. (in Chinese with English abstract)
- Lu, B.A., Z.P. Song and J.K. Chen. 2003. Can transgenic rice cause ecological risks through transgene escape? *Prog. Nat. Sci.* 13: 17-24.
- Lu, B.A. and A.A. Snow. 2005. Gene flow from genetically modified rice and its environmental consequences. *Bioscience* 55: 669-678.
- Luo, J., H. Liu, T. Zhou, B. Gu, X. Huang, Y. Shangguan, J. Zhu, Y. Li, Y. Zhao, Y. Wang, Q. Zhao, A. Wang, Z. Wang, T. Sang, Z. Wang and B. Han. 2013. An-1 Encodes a basic helix-loop-helix protein that regulates awn development, grain size and grain number in rice. *Plant Cell* 25(9): 3360-3376.
- Ma, J., W.B. Ma, Y.H. Tian, J.D. Yang, K.D. Zhou and Q.S. Zhu. 2004. The culms lodging resistance of heavy panicle type of rice. *Acta Agron Sin*, 30(2): 143–148. (in Chinese with English abstract)
- Matsui, T., K. Omasa and T. Horie. 2001. The difference in sterility due to high temperatures during the flowering period among japonica rice varieties. *Plant Production Science* 4: 90-93.
- Mostajeran, A. and V. Rahimi-Eichi. 2009. Effects of drought stress on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars and accumulation of proline and soluble sugars in

- sheath and blades of their different ages leaves. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 5(2): 264-272.
- Nagata, K., S. Yoshinaga, J. Takanashi and T. Terao. 2001. Effects of dry matter production, translocation of non-structural carbohydrates and nitrogen application on grain-filling in rice cultivar Takanari, a cultivar bearing a large number of spikelets. Plant Production Science 4:173-183.
- Nagao, S. and M. Takahashi. 1963. Trial construction of twelve linkage group in Japanese rice. J. Fac. Agric. Hokkaido Univ., 53: 72-130.
- Noldin, J.A., S. Yokoyama, P. Antunes and R. Luzzardi. 2002. Outcrossing potential of glufosinate-resistant rice to red rice. Planta Daninha 20: 243-251.
- Oard, J., M.A. Cohn, S. Linscombe, D. Gealy and K. Gravois. 2000. Field evaluation of seed production, shattering and dormancy in hybrid populations of transgenic rice (*Oryza sativa*) and the weed, red rice (*Oryza sativa*). Plant Science 155: 13-22.
- Oka, H.I. 1988. Origin of cultivated rice. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 254 pp.
- Ogunbayo, S.A., M. Sié, D.K. Ojo, K.A., Sanni, M.G. Akinwale, B. Toulou, A. Shittu, E. O. Idehen, A.R. Popoola, I.O. Danial and G.B. Gregorio. 2014. Genetic variation and heritability of yield and related traits in promising rice genotypes (*Oryza sativa* L.). Journal of Plant Breeding and Crop Science 6(11): 153-159.
- Pantone, D.J. and J.B. Baker. 1991a. Weed-crop competition models and response-surface analysis of red rice competition in cultivated rice: a review. Crop Science 31 (5): 1105-1110.
- Pantone, D.J. and J.B. Baker. 1991b. Reciprocal yield analysis of red rice (*Oryza sativa*) competition in cultivated rice. Weed Sci. 39: 42-47.
- Pires, L.P.M., M.A.P. Ramalho, Â. de F. B. Abreu and M. C. Ferreira. 2014. Recurrent mass selection for upright plant architecture in common bean. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) 71(3): 240-243.
- Poehlman, J.M. 1959. Breeding field crops. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc. (Henry Holt and Company).
- Prasad, G.S., M. Sujatha, L.V.S. Rao and U. Chaithanya. 2013. Studies on variability, heritability and genetic advance for quantitative characters in rice (*Oryza sativa* L.). Annals of Biological Research 4(6): 372-375.
- Prasad, P.V.V., K.J. Boote, L.H. Allen, J.E. Sheehy and J.M.G. Thomas. 2006. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. Field Crops Research 95: 398-411.

- Saini, H.S. 1997. Effect of water stress on male gametophyte development in plants. *Sexual Plant Reproduction* 10: 67-73.
- Saini, H.S., M. Sedgley and D. Aspinall. 1984. Developmental anatomy in wheat of male sterility induced by heat stress, water deficit or abscisic acid. *Australian Journal of Plant Physiology* 11: 243-253.
- Samonte, S.O.P.B., L. T. Wilson, A. M. McClung and L. Tarpley. 2001. Seasonal dynamics of non-structural carbohydrate partitioning in 15 diverse rice genotypes. *Crop Science* 41: 902-909.
- Sastry, M.V.S. and R. Seetharaman. 1973. Inheritance of grain shattering and lazy habit and their interrelationship in rice. *Indian J. Gen. Plant. Breed*, 38: 318-321.
- Shivrain, V.K., N.R. Burgos, K.K. Moldenhauer, R.W. McNew and T.L. Baldwin. 2006. Characterization of spontaneous crosses between Clearfield rice (*Oryza sativa*) and red rice (*Oryza sativa*). *Weed Technol.* 20: 576-584.
- Shivrain, V.K., N.R. Burgos, M.A. Sales, A. Mauromoustakos, D.R. Gealy, K.L. Smith, H.L. Black and M. Jia. 2009. Factors affecting the outcrossing rate between ClearfieldTM rice and red rice (*Oryza sativa*). *Weed Science* 57: 394-403.
- Sleper, D.A. and J.M. Poehlman. 2006. *Breeding field crops*. 5th ed. Blackwell Publishing, Iowa. 424 pp.
- Stewart, C.N., Jr., J.N. All, P.L. Raymer and S. Ramachandran. 1997. Increased fitness of transgenic insecticidal rapeseed under insect selection pressure. *Mol. Ecol.* 6: 773-779.
- Sumi, A., S. Hakoyama, J. Weng, W. Agata and T. Takeda. 1996. Analysis of plant characteristics determining ear weight increase during the ripening period in rice (*Oryza sativa* L.). II. The role of the reserved carbohydrate at heading stage upon the receptive efficiency of assimilation products in spikelets. *Japanese Journal of Crop Science* 65:214-221 (in Japanese with English summary).
- Takai, T., Y. Fukuta, T. Shiraiwa and T. Horie. 2005. Time-related mapping of quantitative trait loci controlling grain-filling in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Experimental Botany* 56(418):2107-2118.
- Temanel, B.E., C.G. Romo and J.L. Reyes. 2011. Response of different upland rice varieties to different fertilization protocol under banana-based cropping system. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PH2011000300> (3 May 2016)

- Toriba, T., T. Suzaki, Y. Yamaguchi, Y. Ohmori, H. Tsukaya and H.Y. Hirano. 2010. Distinct regulation of adaxial-abaxial polarity in anther patterning in rice. *Plant Cell* 22: 1452-1462.
- Wang, L., A. Wang, X. Huang, Q. Zhao, G. Dong, Q. Qian, T. Sang and B. Han. 2011. Mapping 49 quantitative trait loci at high resolution through sequencing-based genotyping of rice recombinant inbred lines. *Theor. Appl. Genet.* 122: 327-340.
- Wei, F., H. Tao, S. Lin, B.A.M. Bouman, L. Zhang, P. Wang and K. Dittert. 2011. Rate and duration of grain filling of aerobic rice HD297 and their influence on grain yield under different growing conditions.
- Yang, S.M., L. Xie, S.L. Zhen and J.C. Yuan. 2009. Effects of nitrogen rate and transplanting density on physical and chemical characteristics and lodging resistance of culms in hybrid rice. *Acta Agron Sin.* 35(1): 93–103. (in Chinese with English abstract)
- You, T., Y. Yamashita, H. Kanamori, T. Matsumoto, U. Lundqvist, K. Sato, M. Ichii, S.A. Jobling and S. Taketa. 2012. A short internodes (SHI) family transcription factor gene regulates awn elongation and pistil morphology in barley. *J. Exp. Bot.* 63(14): 5223-5232.
- Young, P.H. 2000. Generalized coefficient of determination. *The Journal of Cost Analysis and Management* 2(1): 59-68.
- Zhang, L.M., S. Lin, B.A.M. Bouman, C.Y. Xue, F.T. Wei, H.B. Tao, X.G. Yang, H.Q. Wang, et al. 2009. Response of aerobic rice growth and grain yield to N fertilizer at two contrasting sites near Beijing, China. *Field Crop Res.* 114: 45-53.
- Zubarer, M.A., A.K.M.M.B. Chawdhury, M.Z. Islam, T. Ahmed and M.A. Hasan. 2007. Effects of water stress on growth and yield attributes of Aman rice genotypes. *International Journal of Sustainable Crop Production* 2(6): 25-30.

ภาคผนวก

ประวัติและผลงานวิจัยที่สำคัญของคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล ดร. พรณธิภา ณ เชียงใหม่ (หัวหน้าโครงการ)

Dr. Pantipa Na Chiangmai

ตำแหน่งทางวิชาการ รองศาสตราจารย์

วัน เดือน ปีเกิด 2 กันยายน 2519 (September, 2 1976)

เลขที่ประจำตัวประชาชน 3 5012 00192 58 3

สถานที่ทำงาน อาจารย์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

ติดต่อ โทรศัพท์ 032-594037 โทรสาร 032-594037

e-mail address : nachiangmai_p@silpakorn.edu, mchiangmai@gmail.com

ที่อยู่ 65/2 หมู่ 6 ต. ยุหว่า อ. สันป่าตอง จ. เชียงใหม่ 50120 โทรศัพท์ 053-822695

มือถือ 081-1995360

ประวัติการศึกษา

1. วิทยาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Ph. D. (Crop Production Technology) Suranaree University of Technology

2542 – 2547 สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

-ได้รับทุนการศึกษาจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ทุน กาญจนภิเษก (รุ่นที่ 2)

2. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

M. Sc. (Agriculture) Agronomy Department, Chiangmai University,

Thailand

2540 – 2542 ศึกษาในระดับปริญญาโท ภาควิชาพืชไร่ (การปรับปรุงพันธุ์พืช)

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- ได้รับทุนการศึกษาจาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) (ทุน 2 ปี)

3. วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2540

B. Sc. (Agriculture) Chiangmai University, Thailand

2536 – 2540 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลงานตีพิมพ์และนำเสนอผลงานวิจัย 3 ปีย้อนหลัง (พ.ศ. 2557-2559)

- Na Chiangmai, P., Y. Pootaeng-on, P. Meetum, P., N. Jankomon, D. Muangnoi and D. Kitthip.
2014. Mutation induction in physic nut (*Jathopha cuscas* L.) by colchicine treatments.
Silpakorn University Science and Technology Journal (SUSTJ) 8(2): 28-39.
- Na Chiangmai, P., L. Krittawongwiman, Y. Pootaeng-on, P. Laosuwan, S. Kittigul and M.
Kanjnamaneesathian. 2014. Sunflower: A potential crop for rotating with rice in
small farm setting. International Conference in Title “Rethink: Social Development for
Sustainability in ASEAN Community”, 11-13 June 2014, Khon Kaen. pp 77-81
(International oral presentation).
- Na Chiangmai, P., Y. Pootaeng-on, P. Meetum, K. Kamkajon, W. Yuiam, N. Rungphan and P.
Ninkaew. 2015. Regeneration of adventitious shoots on callus and leaf explants in
Jatropha curcas L. ‘Phetchaburi’. Silpakorn University Science and Technology
Journal 9(1): Silpakorn University Science and Technology Journal 9(1): 28-39.
- Pootaeng-on, Y., N. Kimsri, S. Sooksom, S. Tangchitam and P. Na Chiangmai. 2015. Condensed
tannin in some tropical legumes residue. Silpakorn University Science and
Technology 9(1): 51-60.
- Na Chiangmai, P., S. Chaitongrat, C. Kladsumeang, K. Prakobsub, Y. Pootaeng-on and Mana
Kanjnamaneesathian. 2014. Effect of intercropping between upland rice and
mungbean for soil amendment under the limited growing season. The 3rd
International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable
Development (ICIST), Champasack University, Pakse, Champasack, Lao PDR, p. 54.
- Na Chiangmai, P., Y. Poo Taeng-on, C. Chanthasa, S. Khianggam, M. Kanjanamaneesathian, T.
Techakriengkrai, S. Paengkoum, M. Thasontea and P. Laosuwan. 2015. Sunflower:
Alternative crop for multiapplications. In: The 8th Silpakorn University International
Conference on Academic Research and Creative Arts: Integration of Art and Science,
12-13, 2015 at the Art and Cultural Center Commemorating the 6th Cycle Birthday
Anniversary of His Majesty the King, Silpakorn University, Nakhon Pathom.
- Vechpong, T., P. Na Chiangmai and P. Pompranee. 2015. Participation of community in
knowledge management: Case study of Paganyaw way of upland rice cultivation in
Prachuap Khiri Khan. International Journal of Behavioral Science 10(1): 13-20.
- Juntada, K., S. Taboonmee, P. Meetum, S. Poomjae and P. Na Chiangmai. 2015. Somatic
embryogenesis induction from protocorm-like bodies and leaf segments of

Dendrobium Sonia 'Earsakul'. Silpakorn University Science and Technology Journal 9(2): 9-19.

Na Chiangmai, P., P. Nilprapruck, W. Bunkoed, P. Yodmingkhwan, C. Aekatasanawan and M. Kanjanamaneesathian. 2015. Correlations between the contents of phytic acid and inorganic phosphorus and downy mildew resistance of corn inbred lines. Songklanakarin J. Sci. Technol. 37(5): 515-522.

Na Chiangmai, P., B. Maneethum, R. Kumpasa, W. Munyuen, Y. Pootaeng-on, W. Kunkaew and M. Kanjanamaneesathian. 2016. Effect of organic soil amendment on upland rice planted by the ethnic minority. The 9th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts: Integration of Art and Science. February 11-21, 2016 at Sanam Chandra Art Gallery, Silpakorn University, Sanam Chandra Palace, Nakhon Pathom, Thailand (Poster presentation).

Na Chiangmai, P., T. Vechpong, Y. Pootaeng-on, C. Chanthasa, S. Khiangnam, S. Chinkangsadarn, S. Poomjae, N. Puangpunsi, T. Techakriengkrai and M. Kanjanamaneesathian. 2016. Upland rice, the study based on sustainable conservation of natural resources in Prachuap Khiri Khan Province. The 9th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts: Integration of Art and Science. February 11-21, 2016 at Sanam Chandra Art Gallery, Silpakorn University, Sanam Chandra Palace, Nakhon Pathom, Thailand (The creative work presentation).

2. ชื่อ-สกุล ดร. ฐิติมา เวชพงศ์ (ผู้ร่วมวิจัย)

(ชื่อภาษาอังกฤษ) Thitima Vechpong

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2514 (January ,3 1971)

หมายเลขประจำตัวประชาชน 3 1002 02973 42 9

ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (อาจารย์)

สถานที่ทำงาน อาจารย์ประจำ ที่อยู่ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี เลขที่ 1 หมู่ 3 ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ

จังหวัดเพชรบุรี 76120 โทรศัพท์ 032-594043-50 (41364)

e-mail address : E-mail : thitima@ms.su.ac.th, vtitima@yahoo.com

ที่อยู่ตามภูมิลำเนา 19/1 ซอยจันทร์เกษม ถนนกรุงเทพ-นนทบุรี เขตบางซื่อ จังหวัด กรุงเทพฯ 10800

ประวัติการศึกษา ต้องระบุสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา

1) วิทยาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต (การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2548 – 2553 ศึกษาในระดับปริญญาเอก สาขาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2) วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (จิตวิทยาอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2536 – 2539 ศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาจิตวิทยาอุตสาหกรรม คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร

3) ศึกษาศาสตร์บัณฑิต (การศึกษา) มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ. 2532 – 2536 ศึกษาในระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลงานวิจัย/ผลงานสร้างสรรค์ทางด้านศิลปะและการออกแบบที่ดำเนินการเสร็จแล้ว

1. ชื่อ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการฝึกภาคสนามของนักศึกษาการจัดการชุมชน คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร” (Internship Model Development for Community Management Students Faculty of Management Science, Silpakorn University)
2. บทความวิจัย เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการฝึกภาคสนามของนักศึกษาการจัดการชุมชน คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร” (Internship Model Development for Community Management Students Faculty of Management Science, Silpakorn University) วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 (มกราคม 2555)
3. ชื่อเรื่อง การเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้แนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงในระดับอุดมศึกษา ของสถาบันคลังสมองของชาติ พ.ศ.2552” (The Study of Enhancing Potential in Learning the Sufficiency Economy Concept in Higher Education)
4. บทความวิจัย เรื่อง “การเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้แนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงในระดับอุดมศึกษา ของสถาบันคลังสมองของชาติ พ.ศ.2552” (The Study of Enhancing Potential in Learning the Sufficiency Economy Concept in Higher Education) วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 (มิ.ย.-ก.ย.55)

3. ชื่อ-สกุล ดร. พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี (ผู้ร่วมวิจัย)

ตำแหน่งทางวิชาการ -

ตำแหน่งทางการบริหาร ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ด้านงานวิจัยท้องถิ่น
หัวหน้าศูนย์ศึกษาและพัฒนาจังหวัดนครปฐม

สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

Email-address: pitakpong@npru.ac.th, pitakpong12@hotmail.com

โทรศัพท์มือถือ 0-81-9771934

โทรศัพท์ที่ทำงาน 034-261065

โทรสาร 034-261065

หน่วยงานต้นสังกัด: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

อำเภอ เมือง จังหวัด นครปฐม 73000

กรณีมีผู้ประสานงานสามารถติดต่อได้ที่ ไม่มี

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ.	คุณวุฒิ	ชื่อปริญญา	สถานศึกษา
2533	วท.บ. (เกษตรศาสตร์)	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	วิทยาลัยนครปฐม (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม)
2538	วท.ม. (เกษตรศาสตร์)	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาเอก กัญชศึกษา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2547	วท.ด. (เทคโนโลยี การผลิตพืช)	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัย/ผลงานวิชาการ

1. พัทธ์พงษ์ศ์ ป้อมปราณี.(2555). การศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินขนาดเล็กเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระดับครัวเรือนของชุมชนในจังหวัดนครปฐม. ใน การประชุมวิชาการความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่น : บูรณาการองค์ความรู้สู่การพัฒนา ท้องถิ่นอย่างยั่งยืน. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และ สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา (HERP).
2. พัทธ์พงษ์ศ์ ป้อมปราณี. (2554).ระบบใหม่ในการผลิตกุยช่ายขาวในโรงเรือน. ในการประชุมวิชาการ และเสนอผลงานวิจัย/ สร้างสรรค์ ศิลปการวิจัย ครั้งที่ 4 19 -21 มกราคม 2554 ณ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
3. พัทธ์พงษ์ศ์ ป้อมปราณี. (2552).การผลิตเอทานอลจากมันเทศเหลือทิ้ง. วารสารวิชาการราชภัฏ ตะวันตก. 4 (8) : 5-11.
4. พัทธ์พงษ์ศ์ ป้อมปราณี. 2552. การศึกษาจุลินทรีย์ในดินไร้ออกซิเจนที่มีบทบาทในการย่อยสลายเศษใบอ้อย. วารสาร วิทยาศาสตร์ ลาดกระบัง ปีที่ 18 ฉบับที่ 1
5. พัทธ์พงษ์ศ์ ป้อมปราณี. 2552. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินในไร้ออกซิเจนที่มีมดอาศัย. ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม วันที่ 24 เมษายน 2552
6. พัทธ์พงษ์ศ์ ป้อมปราณี, จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์ และเดชา วิวัฒน์วิทยา. (2546). ชนิด ปริมาณ การแพร่กระจายของมดในไร้ออกซิเจนและความสัมพันธ์กับปริมาณหนอนกออ้อย. ใน การประชุมวิชาการ อารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 6 หนึ่งทศวรรษแห่งการอารักขาพืชไทย วันที่ 24 – 27 พฤศจิกายน 2546 ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชาออคิต จ.ขอนแก่น. (หน้า 70 –80). สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่ง

ประเทศไทย, สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย, สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย, สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย และสมาคมอารักขาพืชไทย. (เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย โดยได้รับทุนจากโครงการ BRT จำนวน 300,000 บาท ปีงบประมาณ 2544)

7. พัทธ์พงษ์ ป้อมปราณี, จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์ และเดชา วิวัฒน์วิทยา. (2546). มดตัวห้ำที่มีบทบาทควบคุมหนอนกออ้อย. ใน บทคัดย่อการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งชาติ ครั้งที่ 5 วันที่ 20 – 22 สิงหาคม 2546 ณ โรงแรมจอมเทียนปาล์มบีช จ. ชลบุรี. (หน้า 1 – 2). สมาคมนักวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งประเทศไทย. (เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย โดยได้รับทุนจากโครงการ BRT)
8. พัทธ์พงษ์ ป้อมปราณี, จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์ และเดชา วิวัฒน์วิทยา. (2546). มดตัวห้ำที่มีบทบาทควบคุมหนอนกออ้อย. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 10 (4) : 339 – 349. (เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย โดยได้รับทุนจากโครงการ BRT)
9. พัทธ์พงษ์ ป้อมปราณี. (2542). การวิเคราะห์และประเมินการเข้าสู่ระบบเกษตรนิเวศน์ของโครงการตามแนวพระราชดำริ “โครงการเกษตรตามแนวทฤษฎีใหม่” กรณีศึกษานิเวศน์วิทยาประชากรประชากรและความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงกับความสัมพันธ์ต่อพืชปลูกในพื้นที่โครงการ. ใน ฟ้าเฟื่องเรื่องวิจัย รวมบทสรุปงานวิจัย สถาบันราชภัฏนครปฐม ประจำปี 2541 – 2542 หน้า 116 – 124 (เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย โดยได้รับทุนจากสถาบันราชภัฏนครปฐม)
10. พัทธ์พงษ์ ป้อมปราณี. (2543). การศึกษาภาวะการเสื่อมโทรมของดินที่ใช้ในการเกษตรในเขตจังหวัดนครปฐม. ใน ฟ้าเฟื่องเรื่องวิจัย รวมบทสรุปงานวิจัย สถาบันราชภัฏนครปฐม ประจำปี 2542 – 2543 (เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย โดยได้รับทุนจากสถาบันราชภัฏนครปฐม)
11. อินทวัฒน์ บุรีคำ, พัทธ์พงษ์ ป้อมปราณี และชูแสง แสงวังทอง. (2534). ความสัมพันธ์ของจำนวนผีเสื้อที่ดักได้จากกับดักเฟอโรโมนกับปริมาณไข่แมลงที่นับได้บนพืชและสภาพแวดล้อม. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 25 (4) : 414 – 420 (เป็นผู้ร่วมโครงการวิจัย โดยได้รับทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ)
12. พัทธ์พงษ์ ป้อมปราณี. (2536). สารดึงดูดทางเพศของผีเสื้อหนอนเจาะสมออเมริกัน ใน การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 11 เทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (เป็นผู้ร่วมโครงการวิจัย โดยได้รับทุนจากโครงการ KU -JICA)
13. พัทธ์พงษ์ ป้อมปราณี. (2541). การจัดการหนอนเจาะผลมะเขือเทศ (*Helicoverpa armigera*) ในไร่มะเขือเทศ. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย โดยได้รับทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ)

ความเชี่ยวชาญในสาขาวิชา

เทคโนโลยีการผลิตพืช กีฏวิทยา